

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Teemu Rautiainen

ENERGIATEKNISEN SANEERAUKSEN VAIKUTUKSET
ENERGIATEHOKKUUTEEN JA INVESTOINNIN TEHOKKUUS

Opinnäytetyö
Kevät 2015



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Teemu Rautiainen

Nimeke
Energiateknisen saneerauksen vaikutus energiatehokkuuteen ja investoinnin tehokkuus

Toimeksiantaja
Autokiinteistöt Laakkonen Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Autokiinteistöt Laakkonen -osakeyhtiön omistaman kiinteistön saneerausta, jossa parannettiin rakenteiden lämmöneristystä, ja lämmöntuottojärjestelmäksi asennettiin maalämpöjärjestelmä, joka tuottaa noin 70 prosenttia lämmitystehontarpeesta. Tutkimuksessa tarkasteltiin toteutuneen rakennuksen energiatehokkuutta ja kustannuksia ja laskettiin, kuinka nopeasti rakenteiden parantaminen ja lämmöntuottojärjestelmän vaihtaminen maksaa itsensä takaisin kaukolämmönkulutuksen pienenemisenä.

Lisäksi laskettiin samat tulokset kolmelle kuvitteelliselle vaihtoehdolle, jotka olisivat olleet mahdollisia saneerausvaihtoehtoja. Tarkoituksena oli tarkastella, millainen sijoitus olisi tehokkain. Lisäksi vertailtiin yleisellä E-lukumittarilla, mikä vaihtoehdoista on paras, ja miten paljon vanha rakennus parantui saneerauksessa.

Tulosta laskettaessa selvisi, että absoluuttisella kaukolämmönkulutuksella tehokkaaksi havaittu rakennus ei E-luvulla mitattuna ollutkaan tehokas, ja että E-luvulla mitattuna huomattavasti parantunut rakennus ei välttämättä maksa investointina itseään takaisin ennen kuin seuraava saneeraus on vuorossa noin 20–25 vuotta nyt tehdyn saneerauksen jälkeen. Toteutunut ratkaisu todettiin tutkimuksessa onnistuneeksi ja monella mittarilla parhaaksi vaihtoehdoksi. Lisäksi saatiin hyvää tietoa toimeksiantajan käyttöön tulevia saneerauksia ajatellen.

Kieli
suomi

Sivuja 61
Liitteet 11
Liitesivumäärä 110

Asiasanat
energiatehokkuus, maalämpö, investoinnit, saneeraus



THESIS
May 2015
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800

Author
Teemu Rautiainen

Title
Influences on Energy Efficiency by Energy Technical Renovation and Investment Effectiveness

Commissioned by Autokiinteistöt Laakkonen Oy

Abstract

The aim of this thesis was to study a renovation done to a building owned by the commissioner and to find out how fast improvements done to the thermal insulations of the building and switching a district heating system into a geothermal heating system would pay themselves back when compared in to lower quantity of district heat that has to be bought after the renovation.

Also three imaginary buildings that were possible renovation models were studied in the same way to show which of the models was the most effective. In addition it was studied how much the old building would improve when using general energy efficiency meter called E-count.

The study shows that when comparing two buildings just with an absolute quantity of district heat that has to be bought, the building with less energy bought is not necessarily better when compared with E-count. Another result was that the building with good E-count would not necessarily pay itself back in 20–25 years which is usual timeline for next big renovation.

The renovation model that was used on the actual building was found to be quite successful and by most meters the best alternative. The study gives the commissioner a solid information package for further renovations.

Language
Finnish

Pages 61
Appendices 11
Pages of Appendices 110

Keywords

energy efficiency, geothermal heating, investment, renovation

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Tutkimusmenetelmä	7
2.1	Tutkimusta varten liitetty taustatieto	8
2.2	Työn tavoite	8
2.3	Tutkimusalueen raja	9
3	Lähtöarvot	10
3.1	Kohteen tietoja	10
3.2	Rakenteiden pinta-alat	12
3.2.1	Ulkoseinät	12
3.2.2	Yläpohjat	13
3.2.3	Alapohjat	13
3.2.4	Välipohjat	14
3.2.5	Ikkunat ja ovet	14
3.3	U-arvo, eli lämmönläpäisykerroin	15
3.3.1	U-arvon peruskaava ja laskentaesimerkki	15
3.3.2	Ulkoseinien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut	17
3.3.3	Yläpohjien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut	20
3.3.4	Alapohjien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut	23
3.3.5	Ovien ja ikkunoiden U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut	24
3.3.6	U-arvot energiatodistuslaskuriin	25
3.4	Kylmäsillat	26
3.4.1	Kylmäsiltojen pituudet	26
3.4.2	Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit	27
3.4.3	Lisäkonduktanssit energiatodistuslaskuriin	28
3.5	Keskilämpötilat	28
4	Tilojen lämmitysenergian tarve	29
4.1	Rakenteita pitkin ulos johtuva energia, eli johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, Q_{joht}	30
4.1.1	Johtumislämpöhäviöt vanhaan olemassa olleeseen rakennukseen 32	
4.1.2	Johtumislämpöhäviöt valmistuneeseen uuteen rakennukseen	34
4.1.3	Johtumislämpöhäviöt kuvitteelliseen rakennukseen	36
4.2	Ilmavuotojen kautta ulos menevä energia, $Q_{\text{vuotoilma}}$	38
4.2.1	Vanhan rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{\text{vuotoilma}}$	39
4.2.2	Valmistuneen rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{\text{vuotoilma}}$	40
4.2.3	Kuvitteellisen rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{\text{vuotoilma}}$	40
4.3	Tilojen lämmitysenergian tarpeen tulokset	41

4.3.1	Kuvitteellisten eri vaihtoehtojen huomioiminen.....	43
5	E-luku ja Energiatodistukset	44
5.1	Tietoa energiatodistuksesta	44
5.2	Tekniset tiedot energiatodistuslaskuriin.....	45
5.3	Energiatodislaskelmien tulokset.....	47
6	Rakennusten kustannukset.....	48
6.1	Toteutuneen rakennuksen kustannukset.....	49
6.2	Kuvitteellinen rakennus, jossa maalämpöä ei lisätty	49
6.3	Kuvitteellinen rakennus, jossa vanhat rakenteet, mutta uusi lämmitysjärjestelmä	49
6.4	Kuvitteellinen rakennus, jossa vanhat rakenteet ja vanha lämmitysjärjestelmä	50
6.5	Rakennusten edullisuusjärjestys.....	50
7	Takaisinmaksuaika.....	51
7.1	Takaisinmaksuajan laskentatapa	52
7.2	Takaisinmaksuajat verrattuna halvimpaan rakennukseen.....	54
7.3	Takaisinmaksuaika verrattuna kuvitteelliseen rakennukseen, jossa rakenteet parannettu, mutta lämmöntuottomuoto on kaukolämpö.....	56
8	Johtopäätökset	57
	Lähteet.....	61

Liite 1: Kuntoarvio

Liite 2: Detailipiirustusnippu

Liite 3: Energiatodistus 1: Vanha rakennus

Liite 4: Energiatodistus 2: Parannetut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö

Liite 5: Energiatodistus 3: Parannetut rakenteet, kaukolämpö

Liite 6: Energiatodistus 4: Vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö

Liite 7: Energiatodistus 5: Vanhat rakenteet, kaukolämpö

Liite 8: Asemapiirros

Liite 9: Pohjapiirros, 1 krs.

Liite 10: Pohjapiirros, 2 krs.

Liite 11: Julkisivupiirros

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Veljekset Laakkonen Oy:n Joensuun monimerkkimyymälän energiatehokkuutta parantavan saneerauksen kannattavuutta sijoituksena. Lähtökohtana on selvittää, kuinka nopeasti peruskorjaus ja samalla tapahtunut lämpöenergian tuottomuodon vaihto maksaa itsensä takaisin pelkäämään ostetun kaukolämmön kulutuksen pienenemisenä. Lisäksi tutkitaan samoilla metodeilla, mikä eri saneerausvariaatioista – uusi lämmöntuottojärjestelmä ja parannetut rakenteet, uusi lämmöntuottojärjestelmä ja vanhat rakenteet, sekä vanha lämmöntuottojärjestelmä ja parannetut rakenteet – maksaa itsensä takaisin nopeimmin, eli on sijoituksena tehokkain. Tarkoituksena on tarjota Laakkonen-konsernin kiinteistöjä hallinnoivan Autokiinteistöt Laakkonen Oy:n myöhemmän käyttöön laskelma, jolla pystytään selvittämään, kuinka perusteellisesti olemassa olevaa kiinteistökantaa tulisi saneerata eri paikkakunnilla suhteessa paikkakunnalla tapahtuvaan varsinaiseen liiketoimintaan.

Tutkimuskohde on alun perin vuonna 1972 rakennettu automyymälähalli, johon on tehty peruskorjaus vuonna 1994. Koska Veljekset Laakkonen Oy:n valikoimiin tuli yksi uusi automerkki, jonka jälleenmyyntisopimus edellyttää tietynlaisia myymälä- ja korjaamotiloja, oli rakennukseen tehtävä korjaamolaajennus sekä huomattavia muutostöitä. Uuden Premium-automerkin myymiseksi oli myös syytä arvioida kohteen kunto korjattavien vikojen havainnollistamiseksi. Kuntoarvioinnin yhteydessä rakennuksesta löytyi lukuisia nykytietämyksen vastaisia rakenteellisia virheitä ja käyttöongelmia, joiden korjaaminen oli saneerauksen pääteema energiatehokkuuden ja uuden ilmeen lisäksi. Saneerauksessa rakennuksen lämmitysjärjestelmään lisättiin vaihtoehto tuottaa osa lämmitysenergiasta, n. 70 %, maalämmöllä. Kokonaisuudessaan hanke aiheutti myymäläalueella n. 5,68 miljoonan euron arvonnlisäverottomat investoinnit [1], joista monimerkkimyymälän saneerauksen ja BMW-muutoksen osuus on n. 2,44 milj. €, loput kulut menivät tehtyyn korjaamolaajennukseen. Tähän tutkielmaan summat otetaan kustannustoteutumasta, mutta kustannustoteutumaraporttia ei voida liittää liitteeksi, sillä kustannustoteutumasta näkyisi urakkasopimuksien mukaisesti salassa pidettäviä hintoja. Kustannustoteumaan viitataan tässä tapauksessa lähteenä, jonka myöhemmästä käyttöön luovutuksesta päättää Autokiinteistöt Laakkonen Oy. Työssä

näkyvät hinnat ovat aina monen erillisen työn yhteenlaskettuja hintoja, eivätkä siten sisällä yksittäisiä salaisia urakkahintoja.

Tämän opinnäytetyön raportointi, liitteet ja lähteet pyritään toteuttamaan siten, että rakennusalaan ja tekniikkaan perehtymätönkin saisi konkreettista tietoa investoinnin kannattavuudesta ja tehdyistä rakenteellisista parannuksista.

2 Tutkimusmenetelmä

Rakennuksen energiatehokkuutta mitataan E-luvulla, joka on yleisesti pätevä vertailuarvo eri rakennuksille. Tutkimuksessa itsessään käytetään lähtövertailuarvona vuoden 1994 peruskorjauksen jälkeisiä rakenteita ja tällöin käyttöön otettua kaukolämpöjärjestelmää. Näillä lasketaan vanhalle rakennukselle Isover-E-lukulaskurilla E-luku, jotta nähdään, millainen rakennus oli energiateknisesti ennen toteutettua saneerausta. E-luku lasketaan myös seuraaville vaihtoehdoille:

- 1) vanha lämmitysjärjestelmä, kaikki rakenteet uusitaan
- 2) uusi lämmitysjärjestelmä, kaikki rakenteet uusitaan
- 3) uusi lämmitysjärjestelmä, vanhat rakenteet säilyvät osin
- 4) vanha lämmitysjärjestelmä, vanhat rakenteet säilyvät osin.

Näin saadaan viisi erillistä energiatodistusta, joiden avulla pystytään vertailemaan eri rakennusten energiatehokkuutta.

Takaisinmaksuaikaa varten lasketaan rakennetekninen lämpöenergiatarve kaikille yllä mainituille vaihtoehdoille. Näin pystytään asettamaan vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen ostettavan lämpöenergian kulutuksen suhteen. Oikeaa rakennuksen kustannustoteumaa käyttäen lasketaan vaihtoehdoille hinta. Energiatarvetta verrataan Laakkonen-konsernille voimassaolevaan kaukolämmön hintaan, josta saadaan euromääräinen summa, jolla rakennus alkaa maksamaan itseään takaisin. Takaisinmaksuaikaa laskettaessa huomioidaan myös kaksi mahdollista kaukolämmön hinnankehitysskenaariota.

2.1 Tutkimusta varten liitetty taustatieto

Tutkimuksen taustoittamista varten työhön on liitetty seuraavat liitteet:

Liite 1: Kuntoarvio

Kuntoarvio kertoo, millaisia rakenteellisia virheitä ja puutteita kohteelta on havaittu ennen saneerauksen alkua. Nämä virheet tuli korjata saneerauksessa ja nämä korjaustoimenpiteet vaikuttivat energiateknisiin parannuksiin varsinkin kustannuksia laskettaessa. Tämä liite on alun perin tutkimuksen tekijän laatima.

Liite 2: Detailipiiirustusnippu

Detailipiiirustusnipussa on piirretty rakennuksen erilaiset alapohjat, yläpohjat, ulkoseinät ja perusmuurirakenteet, näiden pinta-alat ja sijainnit rakennuksessa. Näihin rakenteisiin viitataan pinta-aloja ja U-arvoja sekä kylmäsiltoja laskettaessa. Tämä liite on tutkimuksen tekijän laatima.

Liitteet 3–7: Energiatodistukset

Työssä tehtiin 5 erillistä energiatodistusta, joissa näkyvä E-luku on työssä tärkeä mittari. Lisäksi energiatodistuslomakkeesta näkyy muutakin kohteesta tärkeää tietoa. Nämä liitteet ovat tutkimuksen tekijän laatimia.

Liitteet 8–11: Asemapiirros, pohjapiirrokset ja julkisivupiiirros

Näiden kuvien avulla voidaan tarkastaa kylmäsiltojen laskennan oikeellisuus ja lisäksi tarkastella, miten detailipiiirustusnipun rakenteet sijoittuvat kohteella. Lisäksi näistä kuvista voi tarkastella, miten erilaiset työssä kerrotut tilat sijoittuvat. Nämä kuvat ovat kohteen arkkitehdin laatimia.

2.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on selvittää Autokiinteistöt Laakkonen Oy:lle, miten suuri yleisellä mittarilla mitattava parannus energiatehokkuuteen saadaan millaisellakin saneerausvaihtoehdolla ja kuinka nopeasti vuosissa tällainen saneerausvaihtoehto maksaa itsensä takaisin pelkästään ostettavan lämpöenergian, eli kaukolämmön, muodossa. Kun saneerausta ajatellaan investointina, tulee sen maksaa

itsensä takaisin ennen kuin seuraava saneeraus on välttämätön. Lisäksi takaisinmaksuaikaa selvitetään siksi, että Laakkonen-konserni voi myöhemmin laskea, millainen saneeraus kannattaa tehdä, mikäli paikkakunnalla ei olisi montaa vuotta jäljellä varsinaista liiketoimintaa, eli autojen jälleenmyyntiä ja korjaamopalveluita, sillä saneerauksessa investoitu varallisuus tulisi saada hyödynnettyä itse. Lisäksi työllä selvitetään Joensuun BMW-myymän saneerauksen onnistumista energiatekniseltä kannalta.

2.3 Tutkimusalueen rajaus

Energiatodistusta ei lain mukaan tarvitse ulottaa koskemaan teollisuus- ja korjaamorakennusta, varastorakennusta, uima- tai jäähallia, liikennerakennusta tai rakennukseen liitettyä tai erillistä moottoriajoneuvosuojaa [2]. Koska tutkimuskohteessa eri alueet ovat erilaisille käyttötarkoituksille määriteltäviä, kuten myymälähalli, yleiskorjaamo ja varaosavarasto, keskitytään tutkimaan rakennusta ainoastaan myymälähallin osalta, ja lasketaan pinta-alat sekä U-arvot ainoastaan näiltä osin (liitteet 8–11).

Lisäksi tämä tutkielma käsittelee rakennuksen rakennusteknistä parantamista, joten lämpötehontarvetta laskettaessa lasketaan ainoastaan rakenteista läpi virtaava energiamäärä, eli rakenteita pitkin johtuva ja vuotoilman mukana kulkeva energia, ja keskitytään vaikutuksiin näiltä osin. Koska lämpökuormat, valaistuksen tehontarve ja muu LVIS-tekniinen laitteisto olisi lämmöntuottojärjestelmää kuuluun ottamatta ollut kaikissa kuvitteellisissa vaihtoehtoissa sama, tutkielmassa ei siis lasketa täydellistä LVI-tekniistä lämpötehontarvetta. Ainoastaan maalämpövaihtoehdossa lasketaan karkeasti, että 70 % lämmityksestä ei aiheuta kuluja ostetun kaukolämmön muodossa ja loppu tuotetaan kaukolämmöllä. Kaukolämpöjärjestelmän kiertopumput aiheuttavat hiukan lisää sähkönkulutusta, jonka energiatodistuskuri huomioi. Tämä kaukolämmön kulutuksesta muodostuva erotus maksaa takaisin maalämmön perustamiskustannuksista muodostuvaa kuluja.

3 Lähtöarvot

Lähtöarvoina käytetään suoraan kohteelta saatuja oikeita tietoja ja näistä laske-
malla saatavia arvoja. Toteutuneen kohteen pohja- ja julkisivupiirroksat ovat tä-
män työn liitteenä, kuvaelma kohteen yleistiedoista on jäljempänä. Laskettaessa
kustannuksia tarkastellaan tehtyjä töitä kuntoarviossa tehtyjen havaintojen kan-
nalla. Esimerkiksi rakennuksen yläpohjan asbestipurkujen takia kaikki putkitukset
jouduttiin riisumaan tieltä, joten yläpohjan lämpöteknisen parannuksen kustan-
nuksiin ei lasketa putkien purkua ja uudelleen asennusta, sillä se olisi tehty joka
tapauksessa.

3.1 Kohteen tietoja

Vanha myymälähalli on alun perin 1972 rakennettu automyymälä, joka on sanee-
rattu vuonna 1994. Rakennuksessa oli kaksi isoa myymälähallitilaa, joiden vä-
lissä sijaitsi suurtalouskeittiö kylmätiloineen, lämmönjakuhuone, sähköpääkes-
kus ja toimistotiloja. Rakennuksen katolla sijaitsi erillinen ilmakonehuone ja itäsi-
vun kyljessä oli jätekatos, jonka läpi kulki alkuperäisen vuoden 1972 öljylämmi-
tyksen savupiiput.

Kohteen julkisivu oli klinkkerilaattainen perusmuuri, jonka päällä kulki 2,3 m kor-
keat nauhaikkunat. Näiden yläpuolinen seinärakenne oli peltikasettiverhottu. Ra-
kennukseen oli 5 nosto-ovellista sisäänkäyntiä, joiden kyljessä oli kulkuovi, ja li-
säksi oli kolme länteen suuntautuvaa pariovellista sisäänkäyntiä. Itäseinällä,
jonne laajennus tuli, oli tiilimuurattua julkisivua. Kaikki rakennepinta-alat on eri-
telty alempana taulukoissa ja ne näkyvät myös detailipirustusnipussa (liite 2),
jossa on myös kerrottu, miten kyseessä olevat rakenteet ovat sijoittuneet.

Vanhan rakennuksen perustiedot:

Kerrosala:	3600 m ²
Tilavuus:	15 840 m ³
Lämmöntuotto:	Kaukolämpö
Lämmönsiirto:	Vesikiertoiset radiaattorit, ei varaajaa. Kiertoputkisto eristetty hyvin.

Ilmanvaihto:	Kaksi tulo/poisto kammioilmanvaihtokonetta vuosilta 1994–1995. Lämmöntalteenottona ristivirtauspatteri ja esilämmitys nestekiertoisella lämmityspatterilla, lämmitys kaukolämmöllä.
Lämmin käyttövesi:	1000 l:n varaaja, keskinkertaisesti eristetty. Lämmin käyttövesikiertoputkisto eristetty hyvin. Lämmitys kaukolämmöllä.
Sähköistys:	Tyypillinen myymälähallisähköistys.

Vanhan rakennuksen pohjakuvaa ei ole liitettyä mukaan, mutta tilojen sijoittelu ei muuttunut juurikaan uuteen pohjaan, jossa toinen myymälähalliosa tehtiin BMW-myyntiä varten, ja rakennuksen keskellä oleva suurtalouskeittiö lähinnä laajeni. Vanhan ulkoseinän linja näkyy pohjapiirroksessa (liite 8) viivalla urakkaraja, sillä tämä linja erotti myös omana työnä tehdyn saneerauksen ulkopuolisella teetätetystä laajennuksesta.

Uusi rakennus on esitelty liitteinä olevissa asema-, pohja-, ja julkisivupiirroksissa (liitteet 8–11), joten sitä ei kuvailla tässä sen tarkemmin.

Uuden rakennuksen perustiedot:

Kerrosala:	4175 m ²
Tilavuus:	18 016 m ³
Lämmöntuotto:	70 % maalämpö, varalähteenä kaukolämpö
Lämmönsiirto:	Vesikiertoiset radiaattorit, 3000 l:n varaaja, hyvin eristetty. Kiertoputkisto eristetty hyvin.
Ilmanvaihto:	Kolme tulo/poisto kammioilmanvaihtokonetta, vuodelta 2013. Lämmöntalteenottona ristivirtauspatteri ja esilämmitys nestekiertoisella lämmityspatterilla, lämmitys tilojen lämmöntuoton mukaisesti.
Lämmin käyttövesi:	1000 l:n varaaja, hyvin eristetty. Lämmin käyttövesikiertoputkisto eristetty hyvin. Lämmitys tilojen lämmöntuoton mukaisesti.
Sähköistys:	Tyypillinen myymälähallisähköistys.

3.2 Rakenteiden pinta-alat

Tässä osiossa on eroteltu rakennuksesta saadut seinä-, yläpohja-, alapohja-, ikkuna- ja ovipinta-alat. Välipohjien aloja ei tarvita laskettaessa vaipan lämmönhukkaa, mutta toisen kerroksen ala huomioidaan lämmitettävää alaa laskettaessa. Alat on laskettu erikseen vanhasta olemassa olleesta rakennuksesta, uudesta olemassa olevasta rakennuksesta ja kuvitteellisesta rakennuksesta, jonka on ajateltu käsittävän BMW-myymlämuutoksen aiheuttamat työt julkisivuun sekä laajennuksen, mutta muuten olisi säilyttänyt entisen rakennelman. Kuvat toteutuneesta rakennuksesta ovat liitteinä, vanhan olemassa olleen rakennuksen kuvia ei siis ole mukana.

Rakennettaessa käytetään useaa eri pinta-alamääritelmää, kuten kerrosala, huoneistoala, huoneala jne. Näistä muutamaa käytetään energiatutkimuksessakin, mutta pääsääntöisesti energiatutkimuksessa käytetään omanlaisiaan määritelmiä. Esimerkiksi rakennussuunnittelussa laskettaessa huoneen alan ja ikkunapinta-alan suhdetta huoneen määreen täyttymiseksi, ikkunapinta-alat määritellään valoaukon koon mukaan, mutta energiatutkimuksessa näin ei ole. Eri pinta-aloilla on erilainen tarkoitus rakentamisessa ja niitä ei tulisi sekoittaa keskenään. Alla on eroteltu, kuinka pinta-alat lasketaan.

3.2.1 Ulkoseinät

Ulkoseinien pinta-alat lasketaan sisämittojen mukaan alapohjan yläpinnasta yläpohjan alapintaan ikkuna-aukot vähentäen [3, 5]. Ulkoseinien alat on lueteltu taulukossa 1, jossa selite US1 tarkoittaa ulkoseinää 1, US2 ulkoseinää 2 jne. Lyhenne PM tarkoittaa perusmuuria, joka tässä rakennuksessa nousee lattian yläpuolelle, joten sitä käsitellään seinänä. Näiden rakenteiden sijainti on selitetty detailiipirustusnipussa (liite 2).

Taulukossa nimike ”vanha rakennus” tarkoittaa vanhaa ollutta rakennusta. Nimike ”Uudet rakenteet, uusi rakennus” tarkoittaa uutta rakennusta, jossa on tehty BMW muutoksen julkisivuun aiheuttamat työt ja rakenteet on parannettu. Termi ”Vanhat rakenteet, uusi rakennus” viittaa kuvitteelliseen tilanteeseen, jossa BMW muutoksen julkisivuun aiheutuneet työt olisi tehty, mutta rakenteita ei parannettu. Tässä kohtaa seinä pinta-alat muuttuvat hiukan, sillä BMW vaati oman myymäläalueensa kohdalle suoraan maasta lähtevät ikkunat.

Taulukko 1. Ulkoseinien pinta-alat.

Rakenne	Vanha rakennus, m ²	Uudet rakenteet, uusi rakennus, m ²	Vanhat rakenteet, uusi rakennus, m ²
US1	281	102	261
US2	-	193	-
US3	93	56	42
US4	122	122	122
US5	-	195	195
PM	125	57	63

3.2.2 Yläpohjat

Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaan vähentäen kattoikkunoiden tai luukkujen pinta-alat. Läpivientien, hormien ja kanavien pinta-aloja ei vähennetä [3, 5]. Pinta-alat on lueteltu taulukossa 2.

Kuten seinien kohdalla, myös yläpohjien kohdalla on samat nimikkeet ja näidenkin sijainti löytyy työn liitteestä 2. YP1 tarkoittaa yläpohjaa 1, YP2 yläpohjaa 2, jne.

Taulukko 2. Yläpohjien pinta-alat.

Rakenne	Vanha rakennus, m ²	Uudet rakenteet, uusi rakennus, m ²	Vanhat rakenteet, uusi rakennus, m ²
YP1	3399	3399	3399
YP2	92	92	92
YP3	-	285	285

3.2.3 Alapohjat

Alapohjien pinta-alat lasketaan sisämittojen mukaan aukkoja, läpivientejä ja kanavistoja vähentämättä [3, 4]. Alapohjien pinta-alat on lueteltu taulukossa 3. AP1 tarkoittaa alapohjaa 1. Tämä on myymälähallin osa alapohjaa, jonka alla ei ole eristettä. AP2 tarkoittaa alapohjaa 2. Tämä on myymälähallin alapohjan osa, jonka alapuolella on vanha mineraalivillaeristys. AP3 on uuden laajennuksen alapuolinen alapohja 3. Tämä alapohjarakenne toteutettiin myös uuden keittiön kohdalla, sillä keittiötä laajennettaessa uusia viemäröintejä varten oli avattava lattiaa.

Taulukko 3. Alapohjien pinta-alat.

Rakenne	Vanha rakennus, m ²	Uudet rakenteet, uusi rakennus, m ²	Vanhat rakenteet, uusi rakennus, m ²
AP1	3201	3059	3201
AP2	396	381	396
AP3	-	427	270

3.2.4 Välipohjat

Välipohjien pinta-alaa ei huomioida, sillä välipohjan ala- ja yläpuolella vallitsee sama lämpötila. Välipohjien ala huomioidaan kuitenkin, kun lasketaan lämmitettävää alaa ja kerrosalaa. Tämä on jo huomioitu ylempänä ilmoitetuissa kohteen perustiedoissa.

3.2.5 Ikkunat ja ovet

Ikkunoiden ja ovien alat lasketaan kehän ulkomittojen mukaisesti. Katon muodosta huomattavasti poikkeavat kattoikkunat ja valoaukolliset savunpoistoluukut lasketaan aina tapauskohtaisesti [3, 5]. Tässä kohtaa nimikkeet ovat ilmeiset. Nämä alat voidaan laskea liitteenä olevista julkisivukuvista. Kaikki laajennuksessa olevat ikkunat ja BMW-myymän kohdalla olevat korkeat ikkunat ovat uusia. Vanhat ikkunat sijaitsevat monimerkkimyymän kohdalla, jossa kaikki 2,3 m korkeat nauhaikkunat korjattiin. Näillä alueilla olevat oviaukot ja näiden viereiset jakoon sovittavat lasit ovat uusia. Mikäli rakenteita ei olisi uusittu monimerkkimyymän osalta, olisivat vanhat ikkunat ja ovet jääneet näiltä osin paikoilleen. Ikkunoiden pinta-alat on lueteltu taulukossa 5.

Taulukko 5. Ikkunoiden ja ovien pinta-alat.

Ikkunat/ovet	Vanha rakennus, m ²	Uudet rakenteet, uusi rakennus, m ²	Vanhat rakenteet, uusi rakennus, m ²
Vanhat ikkunat	508	189	250
Vanhat ovet	69	-	29
Uudet ikkunat	-	229	215
Uudet ovet	-	68	34
Vanhat kattoikkunat	28	-	28
Uudet kattoikkunat	-	28	-

3.3 U-arvo, eli lämmönläpäisykerroin

U-arvot on laskettu kaikille rakenteille, paitsi alapohjille, käyttäen RakMk:n uusinta luonnososiota C4 16.3.2012. Alapohjissa maan lämmönvastus on huomioitu vuoden 2003 kokoelman C4 taulukkoarvoilla. U-arvolla, eli lämmönläpäisykertomella, tarkoitetaan lämpötilaysikköä kohti virtaavaa lämpövirran tiheyttä, joka läpäisee rakenteen [4, 4]. Toisin sanoen se kertoo wattimäärän, joka virtaa rakenneliömetrin läpi jokaista celsius- tai kelvinastetta kohti. Jos U-arvo on 1 W/m²K ja ulko- sekä sisälämpötilan erotus on 10 astetta, virtaa neliötä kohti rakenteen läpi 10 W lämpöenergiaa.

U-arvo on rakenteen kokonaislämmönvastuksen R_T käänteisluku [4, 6]. Kokonaislämmönvastus puolestaan lasketaan rakenteessa olevien materiaalien paksuuksien ja lämmönjohtavuuksien mukaan.

3.3.1 U-arvon peruskaava ja laskentaesimerkki

U-arvo lasketaan rakentamismääräyskokoelman C4 luonnoksen kaavalla 1 [4, 7]:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

jossa: U lämmönläpäisykerroin W/m²K

R_T kokonaislämmönvastus m²K/W

Yksittäisen rakennusosan lämmönvastus lasketaan saman rakentamismääräyskokoelman kaavalla 2 [4, 7]:

$$R = \frac{d}{\lambda_U}$$

jossa:	R	osan lämmönvastus	$\text{m}^2\text{K/W}$
	d	rakenteen paksuus	m
	λ_U	lämmönjohtavuuden suunnittelu-arvo	$\text{W}/(\text{m K})$

Kokonaislämmönvastus on summa eri osien lämmönvastuksista ja sisä- ja ulkopuolen pintavastuksista. Se saadaan siis C4 luonnoksen kaavasta 3 [4, 7]:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

jossa:	R_T	kokonaislämmönvastus	$\text{m}^2\text{K/W}$
	R_{si}	sisäpuolen pintavastus	$\text{m}^2\text{K/W}$
	R_1, R_2, \dots, R_n	osan 1-n lämmönvastukset	$\text{m}^2\text{K/W}$
	R_{se}	ulkopuolen pintavastus	$\text{m}^2\text{K/W}$

Rakenteen paksuudet saadaan kuvista ja lämmönjohtavuuksien suunnittelu-arvoja on listattuna materiaalivalmistajilla ja rakennusmääräyskokoelman luonnosiosiossa C4 taulukossa 3 [4, 17–21]. Pintavastukset on lueteltu rakennusmääräyskokoelman luonnoksen C4 taulukossa 4 [4, 22].

Esimerkiksi sokkelirakenteelle, joka koostuu 70 mm:n betoniulkokuoresta, 120 mm:n solumuovipurusta valmistetusta polystyreenieristeestä ja 70 mm:n betonisestä sisäkuoresta, saadaan laskettua käyttäen taulukoituja arvoja rakennusmääräyskokoelmasta:

$$R_T = 0,13\text{m}^2\text{K/W} + \frac{0,07\text{m}}{2,3\text{W}/(\text{m K})} + \frac{0,12\text{m}}{0,08\text{W}/(\text{m K})} + \frac{0,07\text{m}}{2,3\text{W}/(\text{m K})} + 0,04\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 1,731\text{m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{1,731\text{m}^2\text{K/W}} = 0,578\text{W}/\text{m}^2\text{K}$$

Rankarakenteissa kokonaislämmönvastusta laskettaessa huomioidaan, että rakenteen pinta-alasta tietty osuus on pelkkää rankaa ja toinen osuus pelkkää eristettä. Monikerroksisissa ristiin koolatuissa rankarakenteissa laskelma muuttuu

edelleen tavalla, jossa otetaan huomioon rankojen risteymien aiheuttamat kylmäsillat yms., mutta tässä esimerkkitapauksessa, jonka tehtävä on kuvailla laskutapaa pääpiirteissään, ei ole syytä tarkastella tarkempaa laskutapaa. Liitteessä 2 lasketuissa U-arvoissa on huomioitu mahdolliset rankarakenteet ja ristiin koolatut rankarakenteet laskemalla lämmönvastuksille ylä- ja alalikiarvot. Nämä kaavat ovat rakentamismääräyskokoelman C4 luonnoksessa 4-7 [4, 7-9].

3.3.2 Ulkoseinien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut

Ulkoseinien U-arvot on laskettu rakennuksessa olleiden ja rakennukseen tehtyjen oikeiden rakenteiden mukaisesti (liite 2 s. 2–7). Rakenteiden lämpötiiviyn lisäksi on panostettu huomattavasti ilma- ja höyrytiiviyteen parhaan mahdollisen tuloksen aikaan saamiseksi. Olemassa olevien seinärakenteiden lisälämmöneristeeksi käytettiin SPU Anselmi-levyä¹, joka mahdollistaa hyvän lämmöneristävyyden ja höyry- sekä ilmatiiviyn. Kaikki liitokset muihin rakenteisiin vaahdotettiin tiiviiksi uretaanivaahdolla kuvien 1 ja 2 kaltaisesti.



Kuvat 1 ja 2. Periaate jolla SPU Anselmi-levyt liitetään. Vasemmalla vaahdotetut saumat ja oikealla höyrynsulkuteippaus. Kuvat eivät ole kohteelta, ja kuvissa liitettävät levyt FINNFOAM-levyjä, mutta käytetty periaate on sama.

Kahden höyrynsulun välttämiseksi olemassa olevista seinärakenteista purettiin aluksi asbestisementtilevyt pois ja poistettiin vanha höyrynsulkumuovi, joka oli kuntoarviossa (liite 1, s. 34) todettu muutenkin huonosti tiivistetyksi. Asbestipöly on terveydelle vaarallista ja purku vaatii huomattavia osastointeja ja suojauksia,

¹Anselmilevy on 70 mm paksu liittolevy, jossa on 9 mm kipsilevy liimattuna 60 mm paksuun polyuretaanilevyyn. Levy on reunapontattu, ja liitokset tehdään liimaamalla polyuretaanilla. Levy itsessään muodostaa höyrynsulun. Lisää SPU Anselmi-levyn ominaisuuksista ja asennuksesta <http://www.spu.fi/tuotteet/tuote/spu-anselmi/>. 9.6.2014.

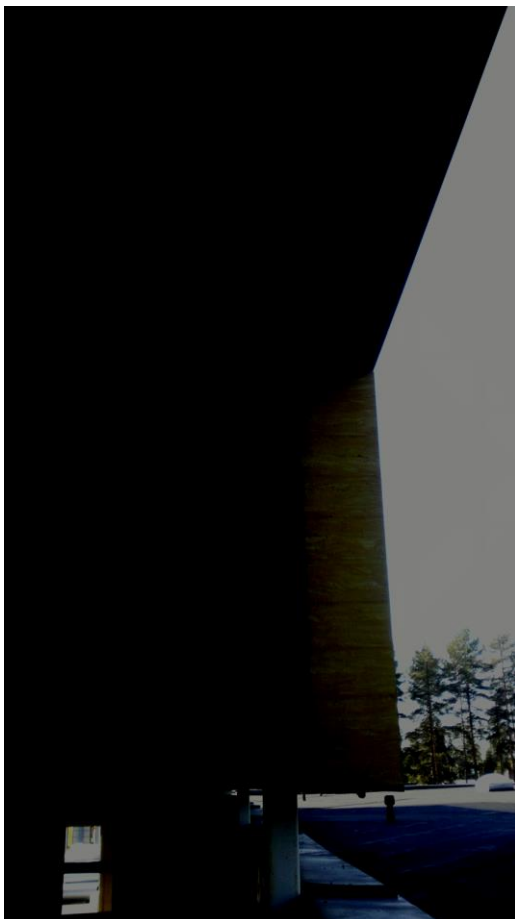
sekä pölynpoistoa. Asbestipurkua saa tehdä vain ja ainoastaan pätevöitynyt henkilö [5].

Perusmuurista oli pudonnut paljon ulkopuolella sijanneita klinkkerilaattoja huonosta höyrytiiviydestä johtuvasta kosteusvauriosta johtuen (liite 1, s.15–18 ja s. 31). Alun perin perusmuuri oli tarkoitettu korjattavaksi vaihtamalla vanha mineraalivillaeriste vesihöyryä sulkevaksi FINNFOAM-eristeeksi, poistamalla lahonneet puuosat ja levyt sekä desinfioimalla paikoilleenjäävä paikallavalettu betonisokkeli. Tämän lisäksi tarkoitus oli muurata sisäpuolet 85 mm ponttiharkolla. Kuntoarvion jälkeen rakenteita avattiin remonttia varten tarkemmin ja havaittiin, että betoni oli pahoin rapautunut ja karbonatisaatiosta johtuen teräkset olivat ruostuneet ja irrottaneet sokkelista palasia. Tämän vuoksi sokkelit päätettiin kokonaan korvata uusilla elementtisokkeleilla.

Ulkoseinien U-arvot ovat listattuna taulukossa 6. Taulukon rakennimenimissä US1 tarkoittaa ulkoseinää 1, aivan kuten pinta-aloissakin. PM tarkoittaa perusmuuria. Nimikkeissä ”vanha rakenne” tarkoittaa parantelematonta rakennetta ja ”uusi rakenne” lämpöteknisesti paranneltua rakennetta. Nämä rakenteet ja niiden sijainnit on kuvattuna liitteessä 2. U-arvot ovat laskettuja, ja ulkoseinän 5 U-arvo on materiaalivalmistajan ilmoittama.

Taulukko 6. Ulkoseinien U-arvot.

Rakenne	U-arvo, vanha rakenne, W/m ² K	U-arvo, uusi rakenne, W/m ² K
US1	0,255	0,153
US2	0,255	0,153
US3	0,249	0,180
US4	0,203	0,203
US5	-	0,160
PM	0,364	0,297



Kuva 3. Kohteen laajennuksen Ruukki SPA230 pelti-villa-pelti -sandwich-elementtejä. Ikkuna-aukoista puuttuu vielä termoranka.

Laajennusosion seinät rakennettiin Ruukin pelti-villa-pelti -elementeistä², jonka leikkaus näkyy kuvassa 3. Elementin sisäpuolinen pelti muodostaa höyrynsulun. Elementin sisäpellin liitosurassa on elastinen tiiviste, joka painuu aina edellistä elementtiä vasten muodostaen tiiviin sauman. Elementtien sisäpuolinen pystysauma tulee aina pilarin kohdalle, ja elementin ja pilarin pystysaumot kitataan, jolloin saadaan vesihöyrytiivis pystysauma.

Elementin villa on ulkopuolelta uritettu hengittävyiden aikaansaamiseksi. Urista ilma kulkee elementtien pystysaumaan, joka pellitetään pystykanavaksi työmaalla. Pystysaumassa lämpövuoto katkaistaan joko villakaistaleella, joka painetaan saumaan kiinnikepilareiden vasten, tai vaahdottamalla uretaanivaahdolla.

Ovi- ja ikkunasaumoissa käytetään vahvikkeena rei'itettyä teräksistä termorankaa³, joka sallii riveraon uretaanivaahdon puristumisen elementin villaa vasten.

²Lisää Ruukin SPA pelti-villa-pelti-paneeleista http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen%20ratkaisut/sandwich-paneelit/Detalji-PDF/Ruukki-Sandwich%20panel%20SPA_Ulkoseina_perusdetaljit.pdf. 10.6.2014.

³Lisää Ruukin termo-orresta <http://www.ruukkikatot.fi/Etusivu/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Lightweight-purlins/Termo-orssi>. 10.6.2014.

Tällöin teräsvahvike ei aiheuta jatkuvaa kylmäsiltaa, ja ovet ja ikkunat saavat kiinnikepinnan.

Toteutuneissa rakenneratkaisuissa tulee huomata, että vuonna 1994 toteutetussa perusparannuksessa rakennuksen ulkoseinät on remontoitu alkuperäisestä vuoden 1972 ratkaisusta täyttämään vallitsevan vuoden 1985 [6] vaatimuksen $U=0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. Myös tuolloin rakennetun IV-konehuoneen seinät täyttävät tämän vaatimuksen. Nyt tehdyssä remontissa kaikkia rakenteita ei parannettu täyttämään nykyisiä määräyksiä. Vanha IV-konehuone jätettiin entiselleen, ja US3 ei aivan pääse nykyiseen $U=0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ määreeseen. Tästäkin johtuen hyvään ilmatiiveyteen tuli panostaa tasauslaskennan kompensoimiseksi.

3.3.3 Yläpohjien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut

Yläpohjien taulukossa 7 luetellut U-arvot on laskettu toteutuneiden rakenteiden mukaisesti huomioiden rangat ja ristiin koolaukset ja tuuletus- sekä ilmaraot. Laajennuksen yläpohjaelementin U-arvo on valmistajan ilmoittama ja testaama. Rakenteiden leikkaukset ja sijainnit löytyvät detailipiirustusnipusta (liite 2, s. 8–10). Taulukon nimiöinnit seuraavat aiempia esimerkkejä.

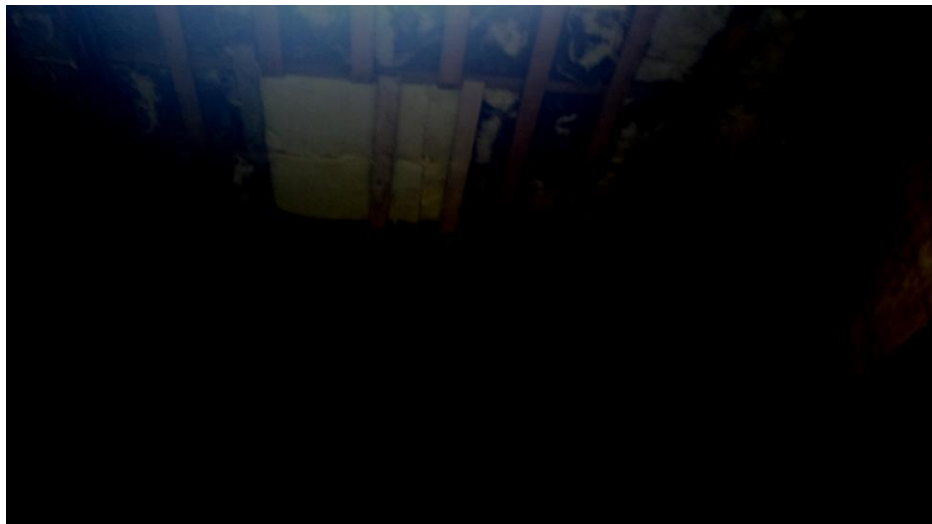
Yläpohjien saneerauksessa noudatettiin samaa linjaa kuin ulkoseinien kanssa; vanha kuntoarviossa reikiintyneeksi (liite 1, s. 20 ja s. 33–34) todettu höyrynsulkumuovi poistettiin ja asbestisementtilevyt purettiin. Tämän jälkeen kuntoarviossa todetut vesivuodot korjattiin purkamalla vanha bitumikermieristys kokonaan ja asentamalla uusi kaksinkertainen bitumikermikate. Vanhat tummentuneet mineraalivillat (kuva 4) testautettiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa mikrobivaurioiden mahdollisuuden vuoksi, mutta testit näyttivät negatiivista, joten villat vaihdettiin vain pahimmin vuotaneilta kohdilta. Tämän jälkeen kattovilloihin ruiskutettiin varmuudeksi BioSeal⁴ homeenestopohjustetta, joka on desinfioivaa ja ehkäisevää ainetta, joka samalla muodostaa kalvon villan päälle pölyn sitomiseksi. Lisälämmöneristeeksi asennettiin 100 mm FINNFOAM-levy, ja rakenne verhottiin 13 mm kipsilevyllä. FINNFOAM-levytyksen saumojen lämpövuoto estettiin liimaamalla levyt toisiinsa uretaanivaahdolla, ja höyrynsulun tiivistys tehtiin teippaamalla höyrynsulkuteipillä (kuva 5).

⁴Lisää BioSeal homeenestopohjusteesta www.astq.fi/content/products/f/files/grafoseal-esite.pdf. 10.5.2015.

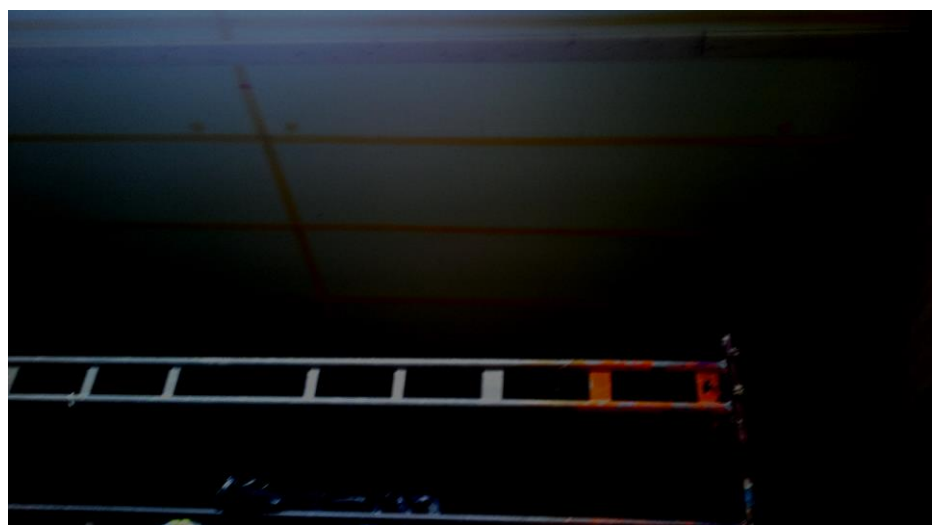
Taulukko 7. Yläpohjien U-arvot.

Rakenne	U-arvo, vanha rakenne, W/m ² K	U-arvo, uusi rakenne, W/m ² K
YP1	0,203	0,137
YP2	0,205	0,205
YP3	-	0,09

Kuten yllä olevista arvoista näkee, saneerauksessa huomattavasti parantunut yläpohjan U-arvo ei kuitenkaan täytä nykyistä vaatimusta $U=0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ [6]. Vanhat vuoden 1994 yläpohjan U-arvot ovat puolestaan täyttäneet silloiset vuonna 1985 asetetut vaatimukset.

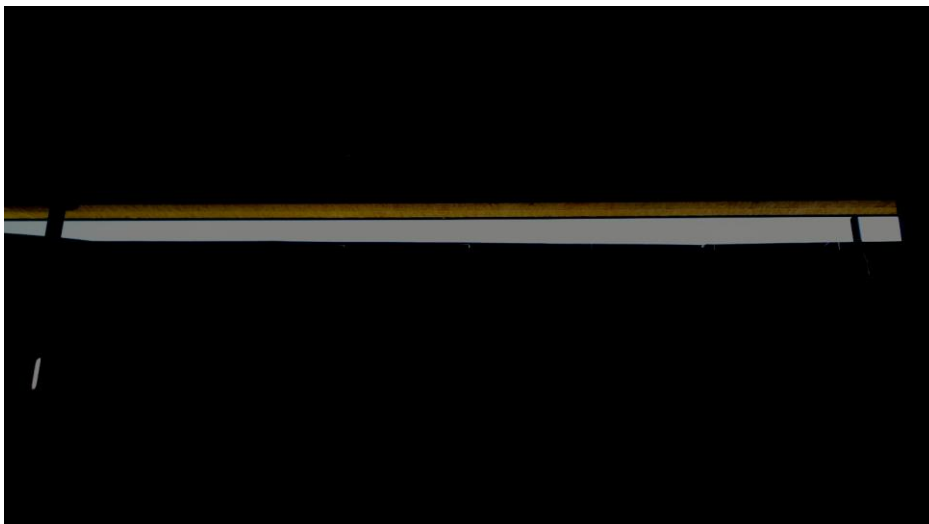


Kuva 4(yllä) ja kuva 5(alla). Yläpohjan asbestisementtilevyt on purettu ja villat ruiskutettu pölynsidonta-aineella. FINNFOAM eristys ja teippaus.

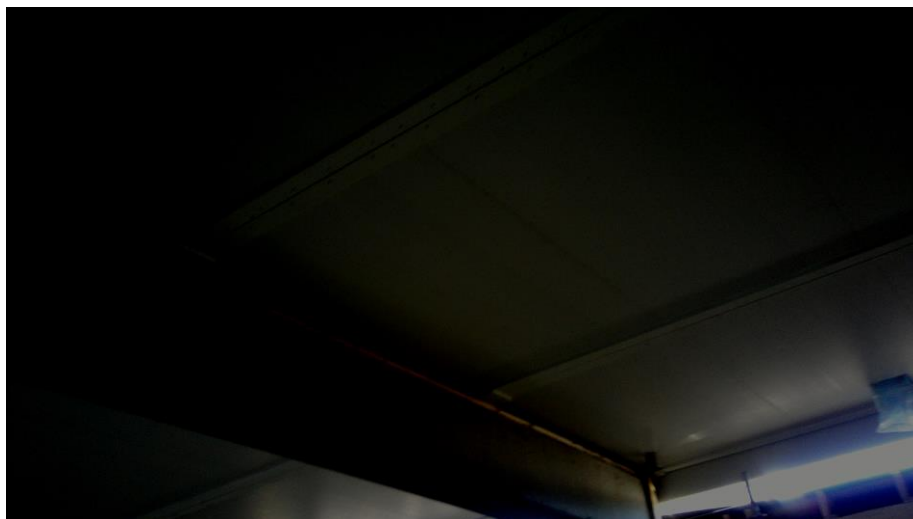


Kuntoarviossa ilmoitetut yläpohjan painumat (liite 1, s. 19) otettiin saneerauksessa huomioon asentamalla entisten liimapuisten pääkannatinpalkkien molempiin kylkiin 39 mm paksut kerto-Q -kertopuupalkit. Kiepahduksen etenemisen estämiseksi palkkien päiden läpi porattiin kierretanko, joka kiristettiin teräslätkiä vasten muttereilla.

Laajennuksen puolella yläpohjaksi käytettiin Eridomic Oy:n valmistamaa kattoelementtiä, joka on suunniteltu täyttämään U-arvovaatimuksen $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$, jonka tehdas on testannut pitävän paikkaansa. Elementit tulevat tehtaalta siten, että niihin on asennettu valmiiksi pohjabitumikermi, vastakaadot ja jiiraukset, tuuletus, lämmöneristys, höyrynsulku, läpivientivaraukset, kattokaivot ja alapuolinen verhoilu valmiiksi maalattuna haluttuun väriin (kuvat 6 ja 7). Työmaalla ai-noastaan teipataan toisiinsa höyrynsulkumuovit, villoitetaan ylhäältäpäin sauma huomioiden tuulensuojavilloitus, levytetään liitos vanerilla ja käännetään pitkäksi jätetyt pohjakermiä limittäin toistensa päälle ja asennetaan pintakermi. Lisäksi kohteessa asennettiin harjoille tässä vaiheessa tuuletusventtiilit. Elementin päädyissä, jotka törmäävät pelti-villa-pelti seinäelementteihin höyrynsulku teipataan tai vaahdotetaan tiiviisti sisäpeltiä vasten ja villoitetaan päätyasennusvillalla. Räystäsrakenteet tehdään työmaalla.



Kuva 6 (yllä) ja kuva 7 (alla). Eridomic-kattoelementin liitos ja läpivientivaraus. Valmiiksi maalattu alapuolen levyverhous.



3.3.4 Alapohjien U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut

Maanvaraisten alapohjien taulukon 8 mukaiset U-arvot on laskettu olemassa olleiden rakenteiden mukaisesti, käyttäen maan lämmönvastuksena R_b RakMk:n osan C4 (2003) taulukoituja arvoja [7, 19]. Alapohjien täydellinen aukaisu katsottiin tarpeettomaksi, sillä kuten kuntoarviossa todettiin, lattiat olivat mosaiikkibetonilaatoitetulla alueella kohtuullisessa kunnossa (liite 1, s. 30), ongelmia kosteuden nousun kanssa ei ollut havaittavissa paikallisia vaurioita lukuun ottamatta, ja lattioiden aukaisu olisi ollut kohtuuttoman kallista. Lattioihin uusittiin rikkoutuneita laattoja ja uudelleen saumattiin auenneita saumoja, nosto-ovien kohdilla tehtiin lämpökatkot ja niiden eteen tehtiin ritilätasoilla varustetut valuma-altaat, joiden päällä voidaan sulatella lumiset autot. Lisäksi lattioille tehtiin kristallisoitikkäsittely,

jossa laatat timanttihioitiin ja kiillotettiin. Keittiön kohdalla uusien viemäröintien takia lattia avattiin, ja maatäytöt ja lämmöneristykset uusittiin vastaamaan laajenusosan lattiarakenteita.

Taulukon nimikkeissä AP1 on hallin keskialueella oleva alapohja, jonka alapuolella ei ole eristettä, AP2 on hallin reuna-alueilla oleva alapohja, jonka alapuolella on mineraalivillaeriste, ja AP3 on uusi alapohja.

Taulukko 8. Alapohjien U-arvot.

Rakenne	U-arvo, W/m ² K
AP1	0,442
AP2	0,473
AP3	0,14

Alapohjien nykyinen U-arvovaatimus on 0,16 W/m²K, joten alapohjien huomattavan pinta-alan lisäeristämällä nykyiseen vaatimustasoon olisi saavutettavissa huomattava parannus energiatehokkuuteen. Kuitenkin suhteutettuna työn mahdolliseen hintaan, työ ei ole kannattavaa, mikä on todettu myös edellisessä saneerauksessa 1994, sillä lattiarakenteiden U-arvot vastaavat vuoden 1969 vaatimuksia [6], jotka ovat olleet voimassa rakennuksen valmistumisen aikana 1972.

3.3.5 Ovien ja ikkunoiden U-arvot ja niihin vaikuttavat rakenneratkaisut

BMW:n asettamien standardien takia ovia ja ikkunoita jouduttiin uusimaan uuden BMW-myyvälän kohdalle. Nämä ikkunat tehtiin vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Muuten rakennukseen jäivät pääosin vanhat vuoden 1994 ikkunat, joista uusittiin tiivisteet, ja ikkunajako sovitettiin käymään uuteen julkisivuun. Vanhat käyntiovet korvattiin uusilla liukuovilla ja nosto-ovet uusilla laakaovilla ja yhdellä uudella nosto-ovella, joiden sovittamiseksi ikkunajakoon jouduttiin uusimaan muutama pieni ikkuna. Katolla olleet vanhat savunpoistoon tarkoitetut valokuvut uusittiin. Ikkunoiden U-arvot on lueteltu taulukossa 9. Näitä arvoja ei ole laskettu, vaan uusien ikkunoiden ja ovien kohdalla on käytetty valmistajan ilmoittamaa, ja vanhojen on katsottu täyttävän vuonna 1994 voimassa olleet määräykset [6].

Taulukko 9. Ovien ja ikkunoiden U-arvot

Rakenne	Vanhan rakenteen U-arvo, W/m ² K	Uuden rakenteen U-arvo, W/m ² K
Ovet	1,4	1,0
Ikkunat	2,1	1,0

3.3.6 U-arvot energiatodistuskuriin

Isoverin ilmainen energiatodistuskuri ei salli syöttää kuin muutaman erilaisen U-arvon, ja maksullinen laskuri antaa lisänä ainoastaan erilaisia ilmanvaihtokoneita, varaajia, lämmönvaihtimia ja muita tekniikoita joiden arvot on esiasetettu, joten maksulliseenkaan versioon ei saa syötettyä useampaa rakennetta. Siten ilmainen laskuri on riittävä työkalu tähän laskelmaan, jossa keskitytään lähinnä rakennetekniseen puoleen. Tämä johtunee energiatodistuksen omasta ulkoasusta, joka supistaa joka tapauksessa kaikki erikseen syötetyt rakenteet, kuten useamman yläpohjan yhdeksi rakenteeksi, joista on laskettu painotettu U-arvon keskiarvo (liitteet 3–7).

Tämän vuoksi laskuriin pitää laskea jo syöttövaihetta varten vaikkapa uuden toteutuneen rakennuksen kohdalla viidestä erilaisesta ulkoseinästä pinta-alojen mukainen painotettu keskiarvo, että saadaan syötettyä yksi kaikkien seinien alaa vastaava U-arvo. Painotetussa keskiarvossa U-arvon painottavana tekijänä toimii rakenteen pinta-ala. Painotettu keskiarvo lasketaan seuraavasti:

$$U_{\text{painotettu}} = \frac{(U_1 A_1 + U_2 A_2 + \dots + U_n A_n)}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)}$$

Tällöin uudelle toteutuneelle rakennukselle yksi painotettu U-arvo ulkoseinälle olisi:

$$= \frac{U_{\text{us,painotettu}}}{(295\text{m}^2 + 56\text{m}^2 + 122\text{m}^2 + 195\text{m}^2 + 57\text{m}^2)} = \frac{0,153\text{W/m}^2\text{K} * 295\text{m}^2 + 0,18\text{W/m}^2\text{K} * 56\text{m}^2 + 0,203\text{W/m}^2\text{K} * 122\text{m}^2 + 0,16\text{W/m}^2\text{K} * 195\text{m}^2 + 0,297\text{W/m}^2\text{K} * 57\text{m}^2}{(295\text{m}^2 + 56\text{m}^2 + 122\text{m}^2 + 195\text{m}^2 + 57\text{m}^2)}$$

$$U_{\text{us,painotettu}} = 0,177\text{W/m}^2\text{K}$$

3.4 Kylmäsillat

Kylmäsilloilla tarkoitetaan erilaisten rakenteiden liitoksista aiheutuvaa lisälämmönhukkaa. Näitä liitoksia ovat alapohjan ja seinien liitokset, seinien nurkat, seinien ja yläpohjan liitokset, ikkunoiden ja seinien liitokset, ovien ja seinien liitokset ja muut vastaavat. Näiden liitoksien aiheuttamaa lämpöjohtumaa varten tarvitaan liitoksien pituus metreinä ja liitostyypistä aiheutuva lisäkonduktanssi.

3.4.1 Kylmäsiltojen pituudet

Kylmäsiltojen pituus lasketaan rakenteiden sisäpuolisten rajojen mukaan ja ilmoitetaan metreinä. Kylmäsiltojen pituudet on lueteltu taulukossa 10. Nimikkeenä ”vanha rakennus” tarkoittaa olemassa ollutta rakennusta ja ”uusi rakennus” tarkoittaa rakennusta, jonka kylkeen on tehty laajennus. Esimerkiksi AP-US tarkoittaa alapohjan ja ulkoseinän liitoksen pituutta, US-US kahden ulkoseinän nurkan pituutta, US-YP ulkoseinän ja yläpohjan liitosta jne. Suluissa annettu materiaali kertoo, millaisia materiaaleja liittyvät rakenteet pääasiassa ovat, ja lisätermi ”sisä” tai ”ulko” tarkoittaa seinäliitoksissa, millainen nurkkaliitos on kyseessä.

Taulukko 10. Kylmäsiltojen pituudet.

Kylmäsilta	Vanha Rakennus, kylmäsil- mäsillan pituus, m	Uusi rakennus, kylmäsil- lan pituus, m
AP-US (betoni-betoni)	272	197
AP-US (betoni-puu)	-	12
Sokkeli-Sokkeli Ulko	2	1
Sokkeli-Sokkeli Sisä	-	1
US-US Ulko	18	28
US-US Sisä	-	5
US-YP (puu-puu)	312	391
US-VP (puu-puu)	40	40
US-VP (puu-betoni)	-	79
US-Ikkuna/ovi (betoni)	262	181
US-Ikkuna/ovi (puu)	280	242

Taulukoidut arvot on laskettu kuvista. Energiatodistuksen laatimisohteen mukaan rakenne katkeaa kohtaan, jossa alkaa energiatodistuksen piiriin kuulumaton rakennuksen osa, joten työnvastaanoton ja yleiskorjaamon välinen seinä on raja,

jossa laskenta katkeaa. Tästä seinästä eteenpäin on tilaa, jonka käyttötarkoitus ei edellytä energiatodistuksen laatimista. Lisäksi seinän molemmilla puolilla on sama sisälämpötila, joten tässä ei synny kylmäsiltaa.

3.4.2 Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit

Kylmäsiltojen lisäkonduktanssi ilmoittaa wattimäärän, joka virtaa rakenneliitos-metriä kohti jokaista ulko- ja sisäilman asteenmuutosta kohti. Lisäkonduktanssin (tunnus ψ) yksikkö on siten $W/(mK)$. Arvoja on mm. taulukoitu rakennusmääräys-kokoelman osiossa D5 taulukossa 3.1 [3, 17]. Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit.

Kylmäsilta	Lisäkonduktanssi ψ , $W/(mK)$
AP-US (betoni-betoni)	0,24
AP-US (betoni-puu)	0,1
Sokkeli-Sokkeli Ulko	0,06
Sokkeli-Sokkeli Sisä	-0,06
US-US Ulko	0,04
US-US Sisä	-0,04
US-YP (puu-puu)	0,05
US-VP (puu-puu)	0,05
US-VP (puu-betoni)	Ei määritelty
US-lkkuna/ovi (betoni)	0,15
US-lkkuna/ovi (puu)	0,07

Taulukossa pelti-villa-pelti elementtiin on sovellettu puurunkoisen seinän lisäkonduktansseja. Elementti on todellisuudessa yhtenäinen lämmöneristekerros, jossa ainoa kylmäsilta on pohjalle asennettava kapea rei'itetty termo-orsi. Rakennusmääräyskokoelmassa ei ole määritelty elementille omaa kerrointa. Betonisen välipohjan kohdalla pelti-villa-pelti elementti kulkee täysin ohi välipohjan, jolloin koko välipohja jää lämpimälle puolelle. Tämän vuoksi välipohjan lisäkonduktanssia ei huomioida.

3.4.3 Lisäkonduktanssit energiatodistuskuriin

Aivan kuten U-arvojenkin kohdalla, energiatodistuskuri sallii vain muutaman erilaisen kylmäsillan syöttämisen. Siksi kylmäsilloistakin lasketaan painotetut keskiarvot. Erona on vain, että painottava tekijä on pinta-alan sijaan juoksumetrit. Kylmäsillat voitaisiin huomioida laskurissa myös prosentuaalisina korotuksina U-arvoihin, mutta laskemalla lisäkonduktanssien juoksumetrit saadaan tarkempi tulos.

3.5 Keskilämpötilat

Laskennalle olennaista on sisä- ja ulkopuolen lämpötilaero. Sisälämpötilojen ohjeellisia arvoja annetaan monissa eri sisäilmaoppaissa, kuten sosiaali- ja terveysministeriön antamassa asumisterveysohje 2003:ssa, mutta mitään tarkkaa lukua ei ole. Kohteella rakennusautomaatio on ohjelmoitu ylläpitämään 21 °C lämpötilaa. Ulkopuolisena lämpötilana pidetään Ilmatieteenlaitoksen ilmoittamien vuotuisien keskilämpötilojen keskiarvoa ajalla 2009–2013 [8]. Keskilämpötilat on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Joensuun keskilämpötilat.

Vuosi	Keskilämpötila, °C
2009	2,5
2010	2,5
2011	4,5
2012	2,5
2013	4,5

Keskiarvoksi saadaan siten 3,3 °C. Tällöin laskelmissa tarvittava ulko- ja sisälämpötilan ero on 17,7 °C. Kelvineinä tämä on myös 17,7 K.

Alapohjien kohdalla sisälämpötilaa verrataan alapuolisen maan lämpötilaan. Tämä saadaan kaavasta rakennusmääräyskokoelman D5 kaavasta 3.6 [3, 18]:

$$T_{maa,vuosi} = T_{u,vuosi} + \Delta T_{maa,vuosi}$$

jossa: $T_{maa, vuosi}$ Maan vuotuinen keskilämpötila °C
 $T_{u, vuosi}$ Ulkoilman vuotuinen keskilämpötila °C

$$\Delta T_{maa,vuosi} \quad \text{Maan ja ulkoilman keskilämpötilan erotus, } 5 \quad ^\circ\text{C}$$

Näin ollen keskilämpötila maassa on $8,3 \text{ } ^\circ\text{C}$, ja laskelmissa tarvittava ero on $12,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, joka on kelvineinä sama $12,7 \text{ K}$.

4 Tilojen lämmitysenergian tarve

Tilojen lämmitysenergian nettotarve saadaan kokoelman D5 kaavasta 3.1 [3, 15]:

$$Q_{\text{lämmitys,tila,netto}} = Q_{\text{tila}} - Q_{\text{sis.lämpö}}$$

jossa	$Q_{\text{lämmitys,tila,netto}}$	tilojen lämmitysenergian nettotarve	kWh
	Q_{tila}	tilojen lämmitysenergian tarve	kWh
	$Q_{\text{sis.lämpö}}$	lämpökuormat, jotka hyödynnetään	kWh

Lämpökuormat koostuvat valaistuksesta, rakennuksen sisällä kulkevien lämpöjohtojen sisään vuotavasta hyödynnettävästä lämpöhukasta, lämpimän käyttöveden kiertoputkista sisään vuotavasta hyödynnettävästä hukkalämmöstä, ikkunoista sisään säteilevästä auringon lämmöstä ja ihmisten aiheuttamasta lämpökuormasta. Koska lämmönjakoputkistot uusittiin joka tapauksessa näiden purkauduttua asbestipurkutyön tieltä, nämä kaikki olisivat rakennuksien erilaisissa teoreettisissa vaihtoehtoissa samanlaiset, ja näiden laskeminen on luonteeltaan LVIS-tekkinen laskelma, voidaan nämä jättää huomiotta ja keskittyä tilojen lämmitysenergian tarpeen selvittämiseen.

Siten tässä osiossa selvitetään tilojen lämmitysenergian tarve Q_{tila} . Kyseessä on lämpöenerbiasumma seuraavassa rakennusmääräyskokoelman D5 kaavassa 3.2 [3, 15] esitetyistä tekijöistä:

$$Q_{\text{tila}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv,tuloilma}} + Q_{\text{iv,korvausilma}}$$

jossa	Q_{tila}	tilojen lämmitysenergian tarve	kWh
	Q_{joht}	johtumislämpöhäviöt vaipan läpi	kWh

$Q_{\text{vuotoilma}}$	Vuotoilman lämpöenergiantarve	kWh
$Q_{\text{iv,tuloilma}}$	Tuloilman lämmitysenergian tarve	kWh
$Q_{\text{iv, korvausilma}}$	Korvausilman lämmitystarve	kWh

Nämä voidaan siis tarkemmin kertoa auki seuraavasti:

1. Q_{joht} : Edellä kerrottuja rakenteita pitkin ulos johtuva energia, joka virtaa rakenteiden läpi
2. $Q_{\text{vuotoilma}}$: Rakenteisiin jääviä ilmarakoja pitkin suoraan ulkoilmaan vuotava energia
3. $Q_{\text{iv, tuloilma}}$: Tilojen sisällä tapahtuva tuloilman lämpenemiseen kuluva energia. Tämä tekijä esiintyy, mikäli huoneeseen ilmanvaihdoilla tuotava ilma on viileämpää, kuin vallitseva sisäilma ja joka lämpenee vasta itse tilassa.
4. $Q_{\text{iv, korvausilma}}$: Rakenteiden läpi ulkoa tulevan korvausilman lämpenemiseen kuluva energia.

Näistä kohta 3 on samanlainen kaikissa eri vaihtoehtoissa ja enempi LVI-tekni-
nen ratkaisu, joten tätä ei huomioida vaipan energiatehokkuuden rakenteelli-
sessa parantamisessa selvittäessä vaipan parannuksesta johtuvaa takaisin-
maksuaikaa. Koneellisen ilmanvaihdon katsotaan myös olevan tasapainoisesti
säädetty, jolloin sisään tuleva ja ulos puhallettava ilmavirta on kokonaisuutena
yhtä suuri. Tällöin kohta 4 katsotaan olevan 0 kWh, sillä paine-eroista johtuvaa
ilmavirtaa ulkoa sisään rakenteiden läpi ei tällöin tapahdu [3, 23].

Energiatodistuskuri ottaa myös takaisinmaksuaikaa selvittäessä pois jätetyt
LVIS-tekniiset seikat huomioon E-lukua laskettaessa.

4.1 Rakenteita pitkin ulos johtuva energia, eli johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, Q_{joht} .

Rakenteita pitkin ulos johtuva energia saadaan rakennuksen vaipan läpi johtu-
vien ja kylmäsiltoja pitkin johtuvien energiamäärien summana. Se saadaan kaa-
vasta 3.3 [3, 15]

$$Q_{joht} = Q_{ulkoseinä} + Q_{yläpohja} + Q_{alapohja} + Q_{ikkuna} + Q_{ovi} + Q_{kylmäsillat}$$

jossa	Q_{joht}	johtumislämpöhäviö vaipan läpi	kWh
	$Q_{ulkoseinä}$	johtumislämpöhäviö ulkoseinien läpi	kWh
	$Q_{yläpohja}$	johtumislämpöhäviö yläpohjan läpi	kWh
	$Q_{alapohja}$	johtumislämpöhäviö alapohjan läpi	kWh
	Q_{ikkuna}	johtumislämpöhäviö ikkunoiden läpi	kWh
	Q_{ovi}	johtumislämpöhäviö ovien läpi	kWh
	$Q_{kylmäsillat}$	johtumislämpöhäviö kylmäsilloista	kWh

Yksittäisen rakenneosien läpi johtuva energiamäärä $Q_{rak.osa}$ saadaan RakMk:n osion D5 kaavasta 3.4 [3, 16].

$$Q_{rak.osa} = \sum U_i A_i (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

jossa	$Q_{rak.osa}$	johtumislämpöhäviö rak.osan läpi	kWh
	U_i	Osan i lämmönläpäisykerroin	W/m ² K
	A_i	Osan i pinta-ala	m ²
	T_s	Sisälämpötila	°C
	T_u	Ulkolämpötila	°C
	Δt	ajanjakson pituus	h
	1000	kerroin, jolla watit muuntuu kilowattitunneiksi	

Yksittäiselle rakenneosalle se siis on ylempänä laskettujen ja taulukoissa esitettyjen, U-arvojen, pinta-alojen, lämpötilaerojen ja alempana esitetyn tutkittavan ajan tulo jaettuna tuhannella, jolloin saadaan tulos kilowattitunteina, kWh. Laskettaessa lämpötilaeroa 1 °C-asteen ero vastaa 1 K-asteen eroa.

Kylmäsiltoja pitkin ulos johtuva energiamäärä $Q_{kylmäsillat}$ saadaan saman rakennusmääräyskokoelman osion kaavasta 3.5 [3, 16].

$$Q_{\text{kylmäsilta}} = \sum l_k \Psi_k (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

jossa	$Q_{\text{kylmäsilta}}$	johtumislämpöhäviö kylmäsilta	kWh
	l_k	Kylmäsilan k pituus	m
	Ψ_k	Viivamaisen lisäkonduktanssi	W/(mK)
	T_s	Sisälämpötila	°C
	T_u	Ulkolämpötila	°C
	Δt	ajanjakson pituus	h
	1000	kerroin, jolla watit muuntuu kilowattitunneiksi	

Näin yksittäiselle kylmäsilalle johtumislämpöhäviö on ylempänä esitettyjen viivamaisen kylmäsiltojen pituuden, lisäkonduktanssien, lämpötilaerojen ja alempana esitetyn tutkittavan ajan tulo jaettuna tuhannella, jolloin saadaan tulos kilowattitunteina, kWh. Laskettaessa lämpötilaeroa 1 °C-asteen ero vastaa 1 K-asteen eroa.

Tutkittava aika on tässä tapauksessa yksi vuosi tunteina.

$$\Delta t = 365d * 24h/d = 8760h$$

4.1.1 Johtumislämpöhäviöt vanhaan olemassa olleeseen rakennukseen

Vanhan olemassa olleen rakennuksen johtumislämpöhäviöt on lueteltu taulukossa 13. Johtumislämpöhäviöitä laskettaessa on käytetty aiemmin laskettua rakenteen U-arvoa, joka tässä tapauksessa on aina vanha parantelematon rakenne. Pinta-alana käytetään luvun 3.2 taulukkojen "Vanha rakennus" nimikkeen alla olevia pinta-aloja. Rakennelyhenne US1 tarkoittaa ulkoseinää 1 ja U3 ulkoseinää 3 jne. Näiden rakenteiden leikkaukset ja sijainnit löytyvät liitteestä 2.

Kylmäsiltoja pitkin tapahtuvat johtumiset on esitelty taulukossa 14. Näissä kylmäsilloissa on käytetty ylempänä taulukossa 10 listattuja kylmäsiltojen pituuksia kohdan "Vanha rakennus" alapuolelta. Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit on lueteltu luvussa 3.4.2.

Taulukko 13. Johtumislämpöhäviöt rakenneosien läpi.

Rakenne	U-arvo, W/m ² K	Pinta-ala, m ²	$\Delta T \cdot 8760h / 1000$	Q _{rak.osa} , kWh
US1	0,255	281	17,7*8760 /1000	11 110,25
US3	0,249	93	17,7*8760 /1000	3590,54
US4	0,203	122	17,7*8760 /1000	3840,02
PM	0,364	125	17,7*8760 /1000	7054,87
YP1	0,203	3399	17,7*8760 /1000	106 985,41
YP2	0,205	92	17,7*8760 /1000	2924,28
AP1	0,442	3201	12,7*8760 /1000	157 404,0
AP2	0,472	396	12,7*8760 /1000	20 794,33
Ikkunat:	2,1	508	17,7*8760 /1000	165 409,47
Ovet:	1,4	69	17,7*8760 /1000	14 978,02
Kattoikkunat:	2,1	28	17,7*8760 /1000	9117,06

Yhteensä Q_{rak.osa} = 503 208,25 kWh

Taulukko 14. Johtuminen kylmäsiltoja pitkin.

Rakenne	Pituus, m	ψ , W/(mK)	$\Delta T \cdot 8760h$ /1000	$Q_{\text{kylmäsilat}}$, kWh
AP-US(betoni- betoni)	272	0,25	$17,7 \cdot 8760$ /1000	10 543,54
Sokkeli-Sok- keli ulko	2	0,06	$17,7 \cdot 8760$ /1000	18,61
US-US ulko	18	0,04	$17,7 \cdot 8760$ /1000	111,64
US-YP(puu- puu)	312	0,05	$17,7 \cdot 8760$ /1000	2418,81
US-VP(puu- puu)	40	0,05	$17,7 \cdot 8760$ /1000	310,10
US-Ikkuna/ovi (betoni)	262	0,15	$17,7 \cdot 8760$ /1000	6093,54
US-Ikkuna/ovi (puu)	280	0,05	$17,7 \cdot 8760$ /1000	2170,73

Yhteensä $Q_{\text{kylmäsilat}} = 21\,666,97$ kWh

Yhteensä vanhan rakennuksen johtumislämpöhäviöt $Q_{\text{joht}} = 524\,875,22$ kWh

4.1.2 Johtumislämpöhäviöt valmistuneeseen uuteen rakennukseen

Uuden valmistuneen rakennuksen johtumislämpöhäviöt on lueteltu taulukossa 15. Johtumislämpöhäviöitä laskettaessa on käytetty aiemmin laskettua rakenteen U-arvoa, joka tässä tapauksessa on aina paranneltu rakenne. Pinta-alana käytetään luvun 3.2 taulukkojen ”Uusi rakennus, uudet rakenteet” -nimikkeen alla olevia pinta-aloja. Rakennelyhenne US1 tarkoittaa ulkoseinää 1 ja U2 ulkoseinää 2 jne. Näiden rakenteiden leikkaukset ja sijainnit löytyvät liitteestä 2.

Kylmäsiltoja pitkin tapahtuvat johtumiset on esitelty taulukossa 16. Näissä kylmäsiltoissa on käytetty ylempänä taulukossa 10 listattuja kylmäsilta pituuksia kohdan ”Uusi rakennus” alapuolelta. Kylmäsiltojen lisäkonduktanssit on lueteltu luvussa 3.4.2.

Taulukko 15. Johtumislämpöhäviöt rakenneosien läpi.

Rakenne	U-arvo, W/m ² K	Pinta-ala, m ²	$\Delta T \cdot 8760h$ /1000	Q _{rak.osa} , kWh
US1	0,153	102	17,7*8760 /1000	2419,74
US2	0,153	193	17,7*8760 /1000	4578,53
US3	0,18	56	17,7*8760 /1000	1562,92
US4	0,203	122	17,7*8760 /1000	3840,02
US5	0,160	195	17,7*8760 /1000	4837,62
PM	0,297	57	17,7*8760 /1000	2624,88
YP1	0,137	3399	17,7*8760 /1000	72 201,98
YP2	0,205	92	17,7*8760 /1000	2924,28
YP3	0,09	285	17,7*8760 /1000	3977,08
AP1	0,442	3059	12,7*8760 /1000	150 421,38
AP2	0,473	381	12,*8760 /1000	20 049,06
AP3	0,14	427	12,7*8760 /1000	6650,64
Uudet ikkunat	1,0	189	17,7*8760 /1000	29 304,83
Vanhat ikkunat	2,1	229	17,7*8760 /1000	74 564,51
Ovet	1,0	68	17,7*8760 /1000	10 543,54
Kattoikkunat	1,0	28	17,7*8760 /1000	4341,46

Yhteensä Q_{rak.osa} = 394 842,47 kWh

Taulukko 16. Johtuminen kylmäsiltoja pitkin.

Rakenne	Pituus, m	ψ , W/(mK)	$17,7K \cdot 8760h$ /1000	$Q_{kylmäsiltoja}$, kWh
AP-US(betoni- betoni)	197	0,24	$17,7 \cdot 8760$ /1000	7330,86
AP-US(betoni- puu)	12	0,10	$17,7 \cdot 8760$ /1000	186,06
Sokkeli-Sok- keli Ulko	1	0,06	$17,7 \cdot 8760$ /1000	9,30
Sokkeli-Sok- keli Sisä	1	-0,06	$17,7 \cdot 8760$ /1000	-9,30
US-US Ulko	28	0,04	$17,7 \cdot 8760$ /1000	173,66
US-US Sisä	5	-0,04	$17,7 \cdot 8760$ /1000	-31,01
US-YP(puu- puu)	391	0,05	$17,7 \cdot 8760$ /1000	3031,27
US-VP(puu- puu)	40	0,05	$17,7 \cdot 8760$ /1000	310,10
US-Ikkuna/ovi (betoni)	181	0,15	$17,7 \cdot 8760$ /1000	4209,67
US-Ikkuna /ovi(puu)	242	0,07	$17,7 \cdot 8760$ /1000	2626,59

Yhteensä $Q_{kylmäsiltoja} = 178\,37,2$ kWh

Yhteensä uuden rakennuksen johtumislämpöhäviöt $Q_{joht} = 412\,679,67$ kWh.

4.1.3 Johtumislämpöhäviöt kuvitteelliseen rakennukseen

Erilaisten saneerausmallien kannattavuuden selvittämiseksi lasketaan vertailuarvio uudesta rakennuksesta, joka käsittää laajennuksen ja BMW-myymän aiheuttamat muutokset, mutta muulla tavalla vanhaa myymäläosaa käsitellään vanhoilla vuoden 1994 rakenteilla. Tällöin pinta-aloina käytetään luvun 3.2 taulukkojen pinta-aloja kohdasta "Uusi rakennus, vanhat rakenteet." U-arvot katsotaan ylempänä laskettujen mukaan, ja ne ovat aina vanhojen parantelemattomien

rakenteiden U-arvoja. Näin saadaan johtumislämpöhäviöt kuvitteelliseen rakennukseen ja ne on esitelty taulukossa 17.

Taulukko 17. Johtumislämpöhäviöt rakenneosien läpi.

Rakenne	U-arvo, W/m ² K	Pinta-ala, m ²	$\Delta T \cdot 8760h$ /1000	Q _{rak.osa} , kWh
US1	0,255	261	17,7*8760 /1000	10 319,49
US3	0,249	42	17,7*8760 /1000	1621,53
US4	0,203	122	17,7*8760 /1000	3840,02
US5	0,16	195	17,7*8760 /1000	4837,62
PM	0,364	63	17,7*8760 /1000	3555,65
YP1	0,203	3399	17,7*8760 /1000	106 985,41
YP2	0,205	92	17,7*8760 /1000	2924,28
YP3	0,09	285	17,7*8760 /1000	3977,08
AP1	0,442	3201	12,7*8760 /1000	157 404,0
AP2	0,473	396	12,7*8760 /1000	20 838,39
AP3	0,14	270	12,7*8760 /1000	4205,33
Vanhat ikkunat	2,1	250	17,7*8760 /1000	81 402,30
Vanhat ovet	1,4	29	17,7*8760 /1000	6295,11
Uudet ikkunat	1,0	215	17,7*8760 /1000	33 336,18
Uudet ovet	1,0	34	17,7*8760 /1000	5271,77
Kattoikkunat	2,1	28	17,7*8760 /1000	9117,06

Yhteensä Q_{rak.osa} = 455 931,22 kWh

Koska rakennuksen muoto noudattelee kuvitteellisessa vertailutilanteessa samaa kuin toteutuneessa rakennuksessa, on kuvitteellisessa rakennuksessa samat kylmäsillat, ainoastaan kylmäsiltojen rajaamat rakenteet ovat erilaisia. Tällöin $Q_{\text{kylmäsillat}} = 17\,837,2 \text{ kWh}$.

Yhteensä uuden rakennuksen johtumislämpöhäviöt $Q_{\text{joht}} = 473\,768,42 \text{ kWh}$.

4.2 Ilmavuotojen kautta ulos menevä energia, $Q_{\text{vuotoilma}}$.

Rakenteiden liitoksiin ja rakenteisiin itseensä voi jäädä aukkoja, joista lämmin ilma pääsee esteettömästi vuotamaan ulkoilmaan. Tällöin lämpimän sisäilman mukana vuotaa ulkoilmaan lämpöenergiaa. Mitä ilmatiiviimpi rakennus, sitä vähemmän lämpöenergiaa pääsee vuotamaan.

Rakenteiden läpi ulos vuotavan energian laskemiseksi tarvitaan vuotavan ilmavirran määrä. Tämä saadaan laskettua RakMk:n osion D5 kaavalla 3.9 [3, 19].

$$q_{v,\text{vuotoilma}} = \frac{q_{50}}{3600x} A_{\text{vaippa}}$$

jossa	$q_{v,\text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta	m^3/s
	q_{50}	rakennuksen ilmanvuotoluku	$\text{m}^3/(\text{h m}^2)$
	A_{vaippa}	rakennuksen vaipan pinta-ala	m^2
	x	rakennuksen kerroksien mukainen kerroin	
	3600	kerroin, jolla yksikkö m^3/h muutetaan yksiköksi m^3/s	

Kaavaan tarvittavat osatekijät voidaan mitata kohteelta. Rakennuksen vaipan ala A_{vaippa} voidaan laskea rakennuksen eri osien alojen summana alapohja huomioiden ja ilmanvuotoluku q_{50} , joka ilmoittaa vuotavan ilmamäärän kuutiometreinä neliömetriä ja aikayksikköä kohden, voidaan mitata kokeellisesti. Kyseisessä kohteessa ilmatiiviyttä ei ole mitattu, mutta RakMk:n osion D5 taulukossa 3.5 on mainittuna erilaisia esimerkkiarvoja [3, 20]. Kohteella kiinnitettiin erityistä huomiota rakenteiden tiiviyteen, joten uuden rakennuksen kohdalla käytetään arvoa $1 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ (Hyvä ilmanpitävyys). Kuntoarviossa puolestaan havaittiin monia il-

manvuotopaikkoja (liite 1, s. 34), vaikkakin rakennukseen oli asetettu höyrynsulkuvuovi, joten käytetään arvoa $4 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$ (Keskimääräinen ilmanpitävyys). X-arvona käytetään vanhan rakennuksen osalta 35, sillä ainoastaan ilmako-nehuone oli toisessa kerroksessa, ja se ei ole jatkuvassa käytössä oleva huone-tila. Uuden rakennuksen osalta käytetään arvoa 24, sillä koko toimisto-osio muodostaa toisen kerroksen.

Tämän jälkeen voidaan laskea D5 kaavalla 3.8 [3, 19] ilmavirran mukana vuotava lämpöenergia.

$$Q_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v,\text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

jossa	$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman hukkaenergia	kWh
	ρ_i	ilman tiheys	$1,2 \text{ kg/ m}^3$
	c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti	1000 J/(kg K)
	$q_{v,\text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta	m^3/s
	T_s	Sisälämpötila	$^{\circ}\text{C}$
	T_u	Ulkolämpötila	$^{\circ}\text{C}$
	Δt	ajanjakson pituus	h
	1000	kerroin, jolla watit muuntuu kilowattitunneiksi	

Laskettaessa lämpötilaeroa 1°C -asteen ero vastaa 1 K-asteen eroa.

4.2.1 Vanhan rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{\text{vuotoilma}}$

Vanhaan olemassa olleeseen rakennukseen saadaan laskettua ylempänä mainittuja kaavoja hyväksi käyttäen rakenteista vuotava ilmavirta (taulukko 18) ja sitä rakenteista läpi vuotava lämpöenergian määrä (taulukko 19). Vaipan alana käytetään vanhan rakennuksen eri rakenteiden pinta-alojen summaa. Ilmanvuotolukuna on käytetty $4 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$:

Taulukko 18. Vanhan rakennuksen rakenteista läpi vuotava ilmavirta.

$q_{50}, \text{m}^3/(\text{hm}^2)$	$/3600 * 35$	$A_{\text{vaippa}}, \text{m}^2$	$q_{v,\text{vuotoilma}}, \text{m}^3/\text{s}$
4	$/3600 * 35$	8314	0,264

Taulukko 19. Vanhan rakennuksen rakenteista vuotava lämpöenergia.

ρ_i , kg/ m ³	c_{pi} , J/(kg K)	$q_{v,vuotoilma}$, m ³ /s	$\Delta T \cdot 8760h$ /1000	$Q_{vuotoilma}$, kWh
1,2	1000	0,264	17,7*8760 /1000	49 120,47

4.2.2 Valmistuneen rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{vuotoilma}$

Valmistuneen uuden rakennuksen rakenteista läpi vuotava ilmavirta on esitetty taulukossa 20. Taulukossa 21 puolestaan näytetään ulos vuotavan ilman mukana kulkeva energiamäärä. Vaipan alana on käytetty kaikkien uuteen rakennukseen tulevien rakenteiden pinta-alojen summaa.

Taulukko 20. Valmistuneen rakennuksen rakenteista läpi vuotava ilmavirta.

q_{50} , m ³ /(hm ²)	/3600 * 24	A_{vaippa} , m ²	$q_{v,vuotoilma}$, m ³ /s
1	/3600 * 24	8882	0,103

Taulukko 21. Valmistuneen rakennuksen rakenteista vuotava lämpöenergia

ρ_i , kg/ m ³	c_{pi} , J/(kg K)	$q_{v,vuotoilma}$, m ³ /s	$\Delta T \cdot 8760h$ /1000	$Q_{vuotoilma}$, kWh
1,2	1000	0,103	17,7*8760 /1000	19 164,43

4.2.3 Kuvitteellisen rakennuksen ilmavuotojen lämpöhukka, $Q_{vuotoilma}$

Kuvitteellisen rakennuksen rakenteista läpi kulkeva ilmavirta on laskettu taulukossa 22. Vaipan alana on käytetty laajennuksen osalta uusien rakenteiden pinta-alojen summaa, johon on myös huomioitu BMW-muutoksen takia tehtävät muutokset vanhaan rakennukseen. Näitä ovat siis tällä kohtaa ulkoseinä 5, yläpohja 3 ja alapohja 3 sekä uudet ikkunat ja ovet. Vanhan rakennuksen osalta vaippaan on laskettu vanhojen parantelemattomien rakenteiden pinta-alojen summa, joka muodostuu lopuista jäljelle jäävistä pinta-aloista. Tällä on huomioitu, että rakennuksen kylkeen tehtävä laajennus on nykynormien mukainen ja ilmatiiveyteen on käytetty erityistä huomiota.

Taulukossa 23 on esitetty ilmavirran mukana poistuva energiamäärä. Tässä kohdassa on summattu yhteen vanhoista rakenteista ja uusista rakenteista virtaavat ilmamäärät.

Taulukko 22. Kuvitteellisen rakennuksen vanhoista ja uusista rakenteista läpi vuotava ilmavirta.

q_{50} , $\text{m}^3/(\text{hm}^2)$	$/3600 * x$	A_{vaippa} , m^2	$q_{v,\text{vuotoilma}}$, m^3/s
4	$/3600 * 35$	7883	0,250
1	$/3600 * 24$	999	0,012

Yhteensä kuvitteellisen rakennuksen vanhoista ja uusista rakennuksista virtaa ulos ilmaa 0,262 m^3/s .

Taulukko 23. Kuvitteellisen rakennuksen rakenteista vuotava lämpöenergia

ρ_i , kg/m^3	c_{pi} , $\text{J}/(\text{kg K})$	$q_{v,\text{vuotoilma}}$, m^3/s	$\Delta T * 8760 \text{h} / 1000$	$Q_{\text{vuotoilma}}$, kWh
1,2	1000	0,262	$17,7 * 8760 / 1000$	48 748,35

4.3 Tilojen lämmitysenergian tarpeen tulokset

Yllä taulukoiduista arvoista saadaan laskettua yhteen tilojen lämmitykseen tarvittava energiamäärä, kun on huomioitu vain rakennuksen vaipan ominaisuudet ja jätetty LVIS-tekniset seikat huomiotta. Nämä yhteenlasketut tilojen lämmitysenergian tarpeet on laskettu yhteen taulukossa 24.

Taulukko 24. Rakennuksien lämpöhukka pelkkä rakennusvaippa huomioiden.

Rakennus	Q_{joht} , kWh	$Q_{\text{vuotoilma}}$, kWh	Q_{tila} , kWh
Vanha rakennus	524 875,22	49120,47	573995,69
Uusi rakennus	412 679,67	19 164,43	431844,10
Kuvitteellinen rakennus	473 768,42	48 748,35	522 510,77

Näiden tuloksien mukaan voidaan asettaa vanha rakennus, valmistunut uusi rakennus ja kuvitteellinen vanha rakennus paremmuusjärjestykseen absoluuttisen lämpöhukan perusteella, jossa rakennus on sitä parempi, mitä vähemmän absoluuttinen lämpöhukka on. Tämä järjestys on listattuna alapuolella:

- 1) uusi valmistunut rakennus, rakenteet uusittu
- 2) kuvitteellinen rakennus, jonka uusi laajennus on tehty uusien rakenteiden mukaan, vanha osa puolestaan jätetty vanhoille rakenteille ja pinnat uusittu.
- 3) vanha rakennus.

Järjestys on aivan looginen, sillä uuden rakennuksen kaikki rakenteet on parannettu, joten sen täytyy luonnollisesti olla paras. Kuvitteellisessa rakennuksessa taas uusi osa olisi tehty nykyisten vaatimusten mukaisiksi, ja vaikka vanhaan rakennukseen verrattuna kokonaisvaippa-ala kasvaa hiukan, laajennuksen kohdalla vanhan rakennuksen huonoja rakenteita olisi purkautunut pois ja korvautunut uusilla nykyaikaisilla rakenteilla. Tämä muutos kompensoi huomattavasti tuloista.

Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että rakennuksen kokonaisenergiatehokkuus näyttäisi paranevan, mikäli vanhan rakennuksen kylkeen tehdään laajennus, joka vastaa nykyisiä määräyksiä. Kuitenkaan tässä vaiheessa ei nähdä, kuinka paljon rakennus itseasiassa paranee, ja suoraa yleistä vertailua ei voida tehdä vanhan olemassa olleen rakennuksen ja kahden muun vaihtoehdon välillä, kuten ei myöskään jonkin ulkopuolisen myymälärakennuksen välillä, sillä tilojen erilaisuuden takia sähköistykset, ilmanvaihtojärjestelmät yms. saattaisivat olla huomattavan erilaisia. Vaipan aiheuttama tilojen lämmitysenergian tarve ei ole eri rakennuksien kohdalla suoraan toisiinsa vertailtava arvo, kuten E-luku, joka puolestaan on nimenomaan yleinen vertailuarvo eri rakennuksien välille.

Tässä vaiheessa voidaan suoraan vertailla vain toteutunutta uutta rakennusta ja kuvitteellista vaihtoehtoa samanlaisten tilojen, lämmönjakotekniikan, ilmanvaihtotekniikan, sähköistyksien ja toiminnan takia. Parannelluilla rakenteilla varustettu rakennus kuluttaa vähemmän energiaa vaipan läpi, joten se on parempi. Puhtaasti vaipan parantuneen energiatehokkuuden valossa voidaan sanoa, että rakenteiden parantaminen on kannattavaa.

4.3.1 Kuvitteellisten eri vaihtoehtojen huomioiminen

Tässä vaiheessa otetaan mukaan luvussa 2 esitellyt eri vaihtoehdot lämmitysjärjestelmämuutoksineen. Tästä eteenpäin ei enää pidetä vanhaa rakennusta mukana vertailuissa, vaan lasketaan kuinka paljon kaukolämpöä olisi ostettava seuraaville variaatioille:

- 1) valmistunut paranneltu rakennus, maalämpö ja kaukolämpö
- 2) valmistunut paranneltu rakennus, kaukolämpö
- 3) kuvitteellinen rakennus, maalämpö ja kaukolämpö
- 4) kuvitteellinen rakennus, kaukolämpö.

Maalämmön olemassaolo siis huomioidaan siten, että maalämpö kykenee karkeasti tuottamaan 70 % tilojen lämmitystehontarpeesta. Tällöin rakennuksien neljä variaatiota kuluttaa kaukolämpöä taulukossa 25 esitetyn mukaisesti.

Taulukko 25. Ostetun kaukolämmön määrä.

Rakennus	Q_{tila} , kWh	$Q_{\text{ostettu kaukolämpö}} = 0,3 * Q_{\text{tila}}$, kWh
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	431 844,10	129 553,23
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	431 844,10	431 844,10
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	522 510,77	156 753,23
Vanhat rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	522 510,77	522 510,77

Tällöin rakennukset ovat edullisuusjärjestyksessä kaukolämmön kulutuksen mukaan:

- | | |
|---|-----------------|
| 1) uusitut rakenteet, kaukolämpö ja maalämpö: | 129 553,23 kWh |
| 2) vanhat rakenteet, kaukolämpö ja maalämpö: | 156 753,23 kWh |
| 3) uusitut rakenteet, kaukolämpö: | 431 844,10 kWh |
| 4) vanhat rakenteet, kaukolämpö: | 522 510,77 kWh. |

Ostettua energiaa huomioidessa paikalla tuotettu lämpöenergia, kuten maalämpö, näyttäisi huomattavasti parantavan rakennuksen energiatehokkuutta.

Näissä kaikissa rakennusvaihtoehtoissa sisäpuoliset tilat, sisällä oleva lämmönjakelutekniikka, ilmanvaihto ja sähköistys olisivat samanlaiset, joten luvut ovat vertailukelpoisia keskenään. Puhtaasti vaipan energiatehokkuutta ja ostettavan energian määrää seurattaessa siis rakenteiden parantaminen ja maalämmön lisääminen on erittäin kannattavaa.

5 E-luku ja Energiatodistukset

Pinta-alojen ja U-arvojen sekä kylmäsiltojen laskennan jälkeen on mahdollista laskea yllä kerrotuilla tavoilla painotetut keskiarvot U-arvoista ja lisäkonduktansseista ja syöttää ne energiatodistuskuriin. Laskuriin syötetään lisäksi tietoja rakennuksen tekniikasta, kuten lämmityksen tuotosta, lämmityksen jakelusta, ilmanvaihdosta ja sähköistyksestä. Lopulta ulos saadaan E-luku ja energiatodistus.

5.1 Tietoa energiatodistuksesta

Vanhanmalliset ns. vihreät energiatodistukset ovat tulleet käyttöön Suomessa jo 2008, ja näillä on havaittu ympäristöministeriön Energiatodistusoppaan mukaan olevan positiivinen vaikutus varsinkin uusien rakennusten energiatehokkuuteen. Siksi vuodesta 2013 alkaen energiatodistus tarvitaan lähes kaikille rakennettaville rakennuksille ja pääsääntöisesti lähes jokaisen rakennuksen tai sen osan myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Energiatodistuksen avulla voidaan rakennuksen energiatehokkuutta yleisesti verrata muihin vastaaviin rakennuksiin [9].

Energiatodistuksesta ja sen sisällöstä määrää laki rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013) [2]. Tämän lain nojalla teollisuus- ja korjaamorakennukset eivät kuulu energiatodistustilain piiriin, mutta sama laki velvoittaa muodostamaan todistuksen rakennuksen osalle, jonka käyttötarkoitus eroaa huomattavasti, ja joka on kooltaan merkittävä. Tämän lain nojalla energiatodistus on rakennuslupaa ha-
kiessa osoitus rakennuksen oletettavasta energiatehokkuudesta, ja mikäli tiedot muuttuvat rakentamisen aikana, on se täydennettävä ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Kesäkuusta 2013 alkaen energiatodistus on pohjautunut laskennalliseen kokonaisenergiatarkasteluun. Kokonaisenergiatarkastelussa rakennukselle lasketaan

sen kuluttama kokonaisostoenergia keskimääräisessä tyypillisessä käyttötilanteessa, ja tämän jälkeen erilaiset ostetut energiamuodot painotetaan.

Kertoimet ovat seuraavat [10]:

- 1) kaukolämpö 0,7
- 2) sähkö 1,7
- 3) fossiiliset polttoaineet 1,0
- 4) uusiutuvat polttoaineet 0,5
- 5) kaukojäähdytys 0,4.

Painotuksilla pyritään ottamaan huomioon rakennuksen energiantuoton vaikutukset ympäristöön ja luonnonvaroihin. Näillä luvuilla painotetut vuotuisien ostoenergiamäärien summat jaetaan rakennuksen lämmitettävällä pinta-alalla ja saadaan E-luku, jonka yksikkö on $\text{kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$. E-luvun avulla rakennukset voidaan laittaa yleisesti vertailukelpoiseen järjestykseen, ja luvun mukaan rakennukset jaotellaan luokkiin A–G. Luokkien C ja D raja $240 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$ on sikäli merkittävä, että vuodesta 2012 alkaen tätä rajaa ei saa alittaa uutta rakennusta rakennettaessa.

Energiatodistuksessa ilmoitetaan aina todelliset ostoenergiamäärät, mikäli nämä ovat tiedossa.

5.2 Tekniset tiedot energiatodistuskuriin

Tätä työtä varten tehtiin 5 erillistä energiatodistusta (liitteet 3–7). Yksi tehtiin vanhasta olleesta rakennuksesta, yksi parannetuilla rakenteilla ja uudella lämmitysjärjestelmällä varustetusta rakennuksesta, yksi parannetuilla rakenteilla ja vanhalla lämmitysjärjestelmällä varustetusta rakennuksesta, yksi vanhoilla rakenteilla ja uudella lämmitysjärjestelmällä varustetusta rakennuksesta ja yksi vanhoilla rakenteilla ja vanhalla lämmitysjärjestelmällä varustetusta rakennuksesta. Nämä todistukset laadittiin, että kaikki mahdollisuudet saataisiin energiatehokkuuden mukaiseen vertailtavaan paremmuusjärjestykseen.

Rakennukset ovat kaikki pääsääntöisesti varsin kevytrakenteisia, sillä yläpohjat ja seinät ovat vanhalla osalla puurunkoisia, uudella laajennuksella puolestaan

yläpohjat puurunkoisia ja seinät pelti-villa-pelti elementtejä. Näin ollen rakenteiden ei katsota varaavan kovinkaan paljoa lämpöä, ja rakennuksen lämpökapasiteetti mitoitetaan suunnitteluratkaisulla toimistorakennus, kevytrakenteinen.

Energiatodistusta varten rakennusten tekniikasta pitää olla jonkinlainen tietämys. Valaistuksen, ilmanvaihdon, maalämmön ja lämmitysjärjestelmän tiedoista voidaan hakea kohteelta kaikki, jolloin laskelmasta tulee koko ajan tarkempi, mutta tähän työhön on tarkasti haettu vain yllä luetellut kohteen rakennustekniset tiedot. Vanhaa olemassa ollutta rakennusta lukuun ottamatta mahdolliset rakennukset varustettaisiin samanlaisella tekniikalla ja ne olisivat samanlaisessa käytössä, joten tämä puoltaa hiukan yksinkertaistetumpaa laskentaa.

Maalämmön 70 %:n tuotto lämmitystehontarpeesta on huomioitu, kuin myös maalämpöpiirin kierron lämpötilat. Maalämmön keruupiirin nesteen paluulämpötilaksi asetettiin 3 °C ja lämmityksen kierto syötettävän nesteen lämpötilaksi 50 °C. Arvot ovat kohteen automaation oikeita asetusarvoja.

Uusitussa rakennuksessa lämpö tuodaan nykynormein eristetyillä, kierrolla varustellulla putkituksella vesikiertoisille pattereille. Tämä otetaan huomioon lämmöntuonnin hukassa ja lämpökuormassa, joka on hukasta lämmitykseen hyödynnettävä osuus, sekä lämmönjakelun hyötysuhteessa. Lämpöverkoston kierto kulkee 3000 l:n kokoisesta hyvin eristetystä varaajasta. Vanhassa rakennuksessa lämpö tuotiin kohteeseen aluelämpönä toisessa rakennuksessa sijainneesta vaihtimesta, ja rakennuksessa ei ollut varaajaa, joten tämäkin huomioidaan.

Lämpimän käyttöveden jakelu on myös toteutettu eristetyillä putkilla, ja lämpimän käyttöveden kierto ei sisällä merkittävä määrää lämmittimiä, joka huomioidaan laskelmassa. Lämpimän käyttövesipiirin katsotaan lähteväksi 1000 l:n kokoisesta hyvin eristetystä varaajasta, jonka lämpö tuotetaan kuten tilalämmityskin. Vanhan rakennuksen osalta käytettiin keskinkertaisesti eristettyä 1000 l:n varaajaa.

Uutta myymälä osaa palvelee kolme ilmanvaihtokonetta, jotka ovat nykynormien mukaiset. Ilmanvaihdon lämmön talteenotto on päällä ainoastaan lämmityskaudella ja se on automatisoitu kytkeytyväksi pois tiedetyssä asetuslämpötilassa. Lämpötilasuhteena käytettiin arvoa >45 % ja kokonaisvuosihyötysuhde on 45 %. Koneiden ominaissähkötehoksi katsotaan 2 kW/m³/s. Jokaisen ilmanvaihtokoneen moottori sijaitsee kammion sisällä, joten tämä huomioidaan ilmapirtaa läm-

mittäväksi tekijäksi. Ilmanvaihdon lämmityspiiri, johon kuuluu ilmanvaihtokoneiden lisäksi myös oviverhopuhaltimet, lämpenee samalla lämmöntuotolla, kuin tilatkin. Vanhassa rakennuksessa katsottiin olevan kaksi taulukon mukaista rakennuslupavuoden normit täyttävää ilmanvaihtokonetta.

Kohteella on myös ravintolan rasva- ja kondenssihuuvien takia erillispoistopuhaltimia. Uudessa rakennuksessa myös näissä on nestekiertoinen lämmöntalteenotto, vanhassa rakennuksessa lämmöntalteenottoa ei ollut.

Kohteen sähköistys katsottiin myymälän osalta tavanomaiseksi liiketilatoiminnaksi ja laskelmaan syötettiin taulukkoarvot.

Toteutuneet kulut on jätetty tässä täyttämättä, sillä kaukolämpö toimii edelleen ns. aluelämpönä, ja saman vaihtimen kautta lämmitetään toista tontilla olevaa rakennusta. Tätä lämpöenergiaa ei mitata, joten tarkkaa jakaumaa kahden rakennuksen välille ei ole laskettavissa. Sähkönkulutus on tiedossa, mutta koska lämpöenergian kulutusta ei voitu merkata, sekin jätetään pois.

5.3 Energiatodislaskelmien tulokset

Liitteiden 3–7 mukaisista energiatodistuksista saatiin seuraavat taulukossa 26 esitetyt tulokset.

Taulukko 26. Energiatodistuslaskelman tulokset.

Rakennus	Todistustunnus	E-luku, kWh _E /(m ² vuosi)	Energiatehokkuusluokka
Vanha Rakennus	Todistus 1	256	D
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärj.	Todistus 2	231	C
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärj.	Todistus 3	237	C
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärj.	Todistus 4	241	D
Vanhat rakenteet, vanha lämmitysjärj.	Todistus 5	247	D

Tuloksista huomaa, että ainoastaan kaksi vaihtoehtoa täyttää vuoden 2012 uudisrakennukselle asetetut tavoitteet. Yksi vaihtoehtoista on todella lähellä rajaa, joten tarkemmalla laskennalla ja tiukalla järjestelmämitoituksella sekin olisi mahdollista saada täyttämään vaatimukset. Vanha rakennus on kaukana nykyvaatimuksista, muttei kuitenkaan toivottoman huono.

E-luvun mukaan rakennukset saadaan seuraavaan paremmuusjärjestykseen:

- 1) uusitut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö
- 2) uusitut rakenteet, kaukolämpö
- 3) vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö
- 4) vanhat rakenteet, kaukolämpö
- 5) vanha rakennus.

Saadut E-luvut ovat yleisiä vertailulukuja, joiden avulla erilaisia rakennuksia voidaan verrata. Siten voidaan tässä vaiheessa sanoa, että vanha olemassa ollut rakennus on selvästi heikoin. Kuitenkin pelkästään rakentamalla uusi laajennus kylkeen E-luku laskee $9 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2 \text{ vuosi})$, joten rakentamalla uusi nykyisiä määryksiä noudattava rakennus vanhan viereen, saatetaan vanha rakennus sada normit täyttäväksi pelkästään laajennuksen avulla, mikäli laajennus olisi riittävän suuri. Lisäämällä maalämpö lämmöntuottojärjestelmäksi, rakennus melkein täyttää asetetut vaatimukset, joten maalämpö on myös selvästi tehokas tapa saada rakennuslupaa edellyttävä muutos täyttämään vuonna 2012 asetetut vaatimukset. Tuloksista näkyy myös, että energiateknisesti kaikkein paras vaihtoehto on toteutunut rakennus, jossa vanhan osan rakenteet parannettiin kauttaaltaan ja lämmöntuotoksi valittiin 70 % lämmitystehosta tuottava maalämpöjärjestelmä.

Kun huomioitiin pelkästään rakennusvaipan lämpöhukkaa vastaan ostettua energiaa, oli vanhoilla rakenteilla ja maalämmöllä varustettu rakennus toiseksi paras vaihtoehto. E-luvulla mitattuna se on kuitenkin vasta kolmanneksi paras.

Tämä tukee E-luvun tarpeellisuutta yleisenä mittarina, sillä se huomioi kokonaisenergiakulutuksen tyypillisessä käytössä ja eliminoi rakennuksen käyttäjästä johtuvat tekijät.

6 Rakennusten kustannukset

Erilaisten kuvitteellisten rakennusvaihtoehtojen kustannukset saadaan toteutuneen rakennuksen kustannustoteutumasta jättämällä pois rakenteiden paranta-

miseen käytetyt kuluerät. Rakennuksen kustannusarvio ja työnaikainen kuluseuranta tehtiin käyttäen Talo 80 -litterointia. Kaikkia syntyneitä kuluja ei saada luetua suoraan litteroinneilta, joten joitain kuluja joudutaan täten laskemaan käyttäen käytössä olleita urakkahintoja ja materiaalihintoja, jotka eivät ole urakkasopimuksen mukaan salassa pidettäviä. Hinnat ovat arvonlisäverottomia.

6.1 Toteutuneen rakennuksen kustannukset

Toteutuneen rakennuksen kokonaiskustannus oli 5 678 555,99 € [1]. Hinta on ilmoitettu ilman arvonlisäveroa ja käsittää koko laajennuksen ja saneerauksen kaikkine urakoineen, rakennuslupineen ja suunnitelmineen.

6.2 Kuvitteellinen rakennus, jossa maalämpöä ei lisätty

Rakennuksen lämmönjakelu tehtiin vanhalla osalla vesikiertoisilla radiaattoreilla, samoin kuin laajennuksen toimisto-osuus. Laajennuksen korjaamo-osio tehtiin vesikiertoisella lattialämmityksellä, ja tuloilma lämmitetään vesikiertoisella esilämmityspatterilla. Täten lämmönjakelun putkiosat ovat lähes samanlaiset, olipa järjestelmään lisättyä maalämpöä tai ei. Ainoastaan lämmönjakohuoneessa on jouduttu tekemään joitain kiertoja ja ohituksia, että tarvittaessa saadaan kierto pakotettua pelkän maalämmön kautta. Tähän on lisäksi tarvittu hiukan automaatiikkaa. Tarkkaa summaa ei toteutuneista kustannuksista irti saa, joten tässä laskelmassa on käytetty putkiosamuutoksille ja ohjauksille 10 000 € kustannusta. Maalämmön kiertopiiri ja kairaus maksoi kokonaisuudessaan 160 304,00 €. Näillä vähennyksillä rakennus ilman maalämpöä olisi maksanut kokonaisuudessaan 5 508 251,99 €.

6.3 Kuvitteellinen rakennus, jossa vanhat rakenteet, mutta uusi lämmitysjärjestelmä

Vanhaan rakennukseen tehtiin paljon muutoksia, jotka olivat BMW:n vaatimuksia ja osa korjauksista tehtiin puhtaasti kuntoarviossa havaittujen virheiden takia. Mm. asbestilevytykset päätettiin purkaa joka tapauksessa, joten katot olisi levytetty, tasoitettu ja maalattu, vaikkei lämmöneristyksen parannusta olisi tehty. Työ, joka olisi jäänyt tekemättä, olisi ollut yläpohjan lisälämmöneristys FINNFOAM-levyllä,

höyrynsulkuteippaus ja eristeen alapuolinen koolaus uutta levytystä varten. Kulut näistä on esitetty kustannustoteuman tilien 18016 ja 18026 litteralla 223700 [1]. Kustannuksia kertyi kokonaisuudessaan 69 707,42 €.

Seinien yläosan lisäeristys on kokonaisuudessaan lämmöneristysten parantamista. Eristys SPU Anslemi-levyllä näkyy tilin 18026 litteralla 223590. Kuluja kertyi 24 010,40 €. Vanhat ovet oli todettu kuntoarviossa kohtuukuntoisiksi ja korjauskuntoisiksi ja nosto-ovet puolestaan ainoastaan käyttäjäepäystävällisiksi (liite 1, s. 24–25). Näin ollen näiden uusiminen lasketaan kuluksi rakenteiden parantamiseen. Nosto-ovien alapuolinen kylmäsilta puolestaan olisi korjattu joka tapauksessa.

Vesikatolla olleet valokupumalliset kattoikkunat todettiin kunto-arviossa huonokuntoisiksi pääosin pellityksiltään ja muutamassa oli lahonneita puuosia (liite 1, s. 30). Siksi kattovalokupujen uusiminen kokonaan voidaan laskea lämmöneristysten parantamiseksi. Nämä kulut ja kulut ovimuutoksista näkyy tilin 18026 litteralla 224 400. Kuluja kertyi 37 681,95 €.

Kun nämä kulut huomioidaan, saadaan kuvitteelliselle rakennukselle, johon ei rakenteellisia parannuksia tehty, hinnaksi 5 547 156,22 €.

6.4 Kuvitteellinen rakennus, jossa vanhat rakenteet ja vanha lämmitysjärjestelmä

Viimeisen kuvitteellisen vaihtoehdon hinnaksi saadaan edellä mainittuja tekijöitä käyttäen 5 376 852,22 €.

6.5 Rakennusten edullisuusjärjestys

Kun kaikki kustannukset huomioidaan, saadaan rakennukset seuraavaan taulukon 27 mukaiseen järjestykseen edullisimmasta kalleimpaan. Samalla nähdään erotus, joka on tässä kohteessa takaisinmaksusumma, jota energiatehokkuuden parannuksella lähdetään hakemaan takaisin. Takaisinmaksusumma on siis rakennusten keskenään erilaisista hinnoista johtuva rahamäärä, joka rakennuksen pitää maksaa takaisin kuluttamalla vähemmän kaukolämpöä.

Taulukko 27. Rakennusten edullisuusjärjestys ja takaisinmaksettava hinta.

Rakennus	Hinta, €	Takaisinmaksusumma, €
Vanhat rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	5 376 852,22	0
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	5 508 251,99	131 399,77
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	5 547 156,22	170 304,00
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	5 678 555,99	301 703,77

Kuten loogisesti voidaan ajatella, lämpötekniisesti huonoin rakennus oli edullisin vertailtaessa hintoja, ja lämpötekniisesti paras oli kallein. Kuitenkin E-luvulla mitattuna toiseksi tehokkain rakennus oli toiseksi edullisin, sillä rakenteiden parantaminen maksaa vähemmän kuin maalämmön rakentaminen.

7 Takaisinmaksuaika

Tässä luvussa selvitetään rakennetun rakennuksen ja erilaisten kuvitteellisten rakennuksien takaisinmaksuaika. Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan tässä aikaa, jossa säästyneen energian hinta ylittää takaisinmaksusumman, eli rahamäärän, jonka verran enemmän kyseinen rakennus on maksanut rakentaessa. Tämä saadaan selville, kun tiedetään paljonko vuotuisesti maksaa rakennuksen vaipan kautta hukkaan menevä lämpöenergia kaukolämpönä. Maksettavana summana pidetään rakenteiden parantamiseen kulunutta summaa ja maalämmön perustuskustannusta. Tässä tutkimuksessa ei oteta kantaa maalämpöjärjestelmän ja kaukolämpöjärjestelmän hiukan toisistaan poikkeaviin vuotuisiin huolto- ja ylläpitokustannuksiin.

Aiempaa tutkimusta aiheesta on tehnyt VTT tutkimuksessaan Maalämmön- ja viilennyksen hyödyntäminen asuinkerrostalon lämmityksessä ja jäähdytyksessä [11]. Tässä tutkimuksessa käytettiin takaisinmaksua määriteltäessä lämpöenergian vuotuista hinnannousua, eli eskalaatiota, huomioidessa kahta erilaista skenaariota.

- 1) maltillinen eskalaatio 2 %
- 2) nopea eskalaatio 4 %.

Siten on perusteltua käyttää näitä vuotuisia hinnannousuja huomioitaessa kaukolämmönkulutuksen pienenemisestä johtuvaa takaisinmaksuaikaa rakenteiden parantamiselle ja maalämpöjärjestelmän lisäämiselle.

VTT:n tutkimuksessa on tutkittu kerrostaloa, joka muodostaa yhden asunto-osa-
keyhtiön, ja jonka vuotuinen energiaostomäärä on se, mitä rakennus kuluttaa. Tässä tutkimuksessa puolestaan tutkitaan yhtä rakennusta, joka kuuluu valtakunnallisesti toimivaan isoon konserniin, jonka energiaostomäärät ovat vuotuisesti todella suuria koko valtakunnan toiminta huomioiden. Suuret toimijat suojaavat energiahintoja, mikä tarkoittaa energian hinnan jäädyttämistä tietylle tasolle muutamaksi vuodeksi kerralla. Tällä pyritään välttämään liiketoimintaan äkkinäisesti muodostuvia negatiivisesti vaikuttavia kuluja, jotka syntyvät energian pörssihinnan nopeasta vaihteluista. Suojaamisella pyritään antamaan muutama vuosi aikaa reagoida tällaisiin hinnanmuutoksiin muuttamalla liiketoiminnan kokoa tai laattaa tai tehostamalla varsinaista liiketoimintaa. Siksi on perusteltua laskea myös skenaario, jossa kaukolämmön hinta säilyy vakiona koko takaisinmaksuajan.

7.1 Takaisinmaksuajan laskentatapa

Takaisinmaksuaikaa varten tulee kerätä aiemmin laskettuja tietoja yhteen. Näitä ovat kaukolämmön kulutus rakennusvaihtoehdolle ja rakennuksen kustannus. Lisäksi pitää myös päättää, mikä vaihtoehto toimii takaisinmaksuajalle vertailukoh-
tana ja lasketaan rakennuskohtaisesti kustannus- ja kulutuserotus.

Tutkimuksessa selvisi, että kaikkein halvin vaihtoehto oli rakennus, johon ei tehty rakenteellisia muutoksia, ja johon ei lisätty maalämpöä. Siksi tämä on yhden takaisinmaksuajan lähtökohta.

Toinen tutkimuksessa selvinnyt seikka on, että ainoastaan toteutunut rakennus ja kaksi kuvitteellista vaihtoehtoa täyttivät tai olivat lähellä täyttää vuoden 2012 minimivaatimuksen energiatehokkuusluokasta C. Siksi lasketaan erikseen takaisinmaksuaika verrattuna myös näistä halvimpaan vaihtoehtoon, eli rakennukseen, jossa oli parannellut rakenteet, mutta lämmöntuotto säilyy kaukolämpönä.

Takaisinmaksuaikaa laskettaessa käytetään Laakkonen-konsernin maksamaa arvonlisäverotonta kaukolämpöhintaa $\epsilon_{\text{kaukolämpö}} = 46,10 \text{ €/MWh}$. Kaukolämmön kuukausittaista perusliittymämaksua ei tarvitse huomioida, sillä jokainen vaihtoehto pitää sisällään pienen osan kaukolämmöllä tuotetta lämpöenergiaa.

Vuotuisesti syntyviä kustannuksia ovat vuotuisesti kuluvan lämpöenergiamäärän erotus verrokkirakennukseen kerrottuna kaukolämmön hinnalla. Kun tämä kulu kertautuu useammalla vuodella ja hinta saavuttaa saneerauskustannukset, on saneeraus maksettu takaisin energiankulutuksen pienenemisenä. Takaisinmaksuaika lasketaan suojatun hinnan skenaariolle seuraavasti:

$$t_{\text{takaisinmaksu}} \Delta Q_{\text{kulutus, vuosi}} \epsilon_{\text{kaukolämpö}} = \epsilon_{\text{kustannus}}$$

$$t_{\text{takaisinmaksu}} = \frac{\epsilon_{\text{kustannus}}}{\Delta Q_{\text{kulutus, vuosi}} \epsilon_{\text{kaukolämpö}}}$$

jossa:	$t_{\text{takaisinmaksu}}$	Takaisinmaksuaika	v
	$\Delta Q_{\text{kulutus, vuosi}}$	Lämpöenergian kulutuksen ero verrokkirakennukseen	MWh
	$\epsilon_{\text{kaukolämpö}}$	Kaukolämmön hinta,	46,10 €/MWh
	$\epsilon_{\text{kustannus}}$	Hintaero verrokkirakennukseen	€

Eskalaatioskenaarioita laskettaessa käytetään tavoitelaskuria. Yksi tällainen tavoitelaskuri löytyy mm. sijoituspalveluyritys Seligsonilta⁵. Tähän laskuriin syötetään tavoitteeksi hintaerotus, joka on vertailtavien rakennuksien välillä. Koroksi syötetään eskalaatioskenaarion vuotuinen korko, ja jatkuvaksi säästösummaksi lasketaan vertailurakennusten kaukolämpökulutuksen hintaero jaettuna kahdelatoista. Ensimmäiseksi sijoitussummaksi katsotaan yhden vuoden kaukolämmönkulutuksen erotuksella syntyvä euromääräinen säästö.

⁵Seligsonin tavoitelaskuri löytyy osoitteesta www.seligson.fi/suomi/sijoitustieto/tyokalut/laskurit/tavoitelaskuri.html. 10.5.2015

7.2 Takaisinmaksuajat verrattuna halvimpaan rakennukseen

Halvin kuvitteellinen rakennus oli kuvitteellinen vaihtoehto, jossa rakennuksia ei paranneltu, ja johon ei lisätty maalämpöä lämmitysjärjestelmäksi. Tällöin takaisinmaksettava summa $\epsilon_{\text{kustannus}}$ vertailtavalle rakennukselle on suoraan luvun 6.5 taulukossa 27 mainittu takaisinmaksusumma.

Kulutuserot puolestaan voidaan laskea luvun 4.3.1 taulukosta 25. Sijoittamalla luvut ylempänä esitettyyn kaavaan saadaan taulukon 28 kaltainen laskelma.

Taulukko 28. Takaisinmaksuaika suojatulla kaukolämpöhinnalla

Rakennus	$\epsilon_{\text{kustannus}}, \text{€}$	$\Delta Q_{\text{kulutus, vuosi}}, \text{MWh/v}$	$*46,10 \text{ €/MWh}$	$t_{\text{takaisinmaksu}}, \text{V}$
Vanhat rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	0	0	0	0
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	131 399,77	90,666	4179,70	31,42
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	170 304,00	365,758	16 861,44	10,10
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	301 703,77	392,958	18 115,36	16,65

Kun lasketaan 2 %:n ja 4 %:n eskalaatiolla takaisinmaksuajat, sijoitetaan laskurin seuraavat taulukon 29 arvot. Taulukossa kohta alkusijoitus on taulukosta 28 saatava kulutuseron ja kaukolämmön hinnan tulo. Jatkuva säästö on alkusijoitus jaettuna kahdellatoista, sillä laskuri olettaa että maksu suoritetaan kerran kuukaudessa. Korkona käytettävä arvo on laskettava eskalaatio.

Taulukko 29. Eskalaatiolaskelmaan syötettävät arvot.

Rakennus	€kustannus, €	Alkusijoitus, €	Jatkuva säästö, €	Korko, %	Korko, %
Vanhat rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	0	0	0	2	4
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	131 399,77	4179,70	348,31	2	4
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	170 304,00	16 861,44	1405,12	2	4
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	301 703,77	18 115,36	1509,61	2	4

Näillä arvoilla laskuri antaa ulos 2 %:n eskalaatiolla takaisinmaksuajat, jotka ovat:

Uusitut rakenteet, kaukolämpö: 24v

Vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 9v

Uusitut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 14v

4 %:n eskalaatiolla takaisinmaksuajoiksi saadaan:

Uusitut rakenteet, kaukolämpö: 20v

Vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 8v

Uusitut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 12v

7.3 Takaisinmaksuaika verrattuna kuvitteelliseen rakennukseen, jossa rakenteet parannettu, mutta lämmöntuottomuoto on kaukolämpö

Koska rakennuksista kustannuksellisesti halvin vaihtoehto ei menisi vuoden 2012 energiatehokkuusvaatimuksesta läpi, lasketaan takaisinmaksuajat verrattuna toiseksi halvimpaan vaihtoehtoon, joka oli E-luvulla mitattuna kuitenkin toiseksi paras. Laskelma suojatulle kaukolämmön hinnalle on esitetty taulukossa 30.

Taulukko 30. Takaisinmaksuaika suojatulla kaukolämpöhinnalla.

Rakennus	€ _{kustannus} , €	$\Delta Q_{\text{kulutus, vuosi}}$, MWh/v	*46,10 €/MWh	t _{takaisinmaksu} , V
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	0	0	0	0
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	38 904,23	275,092	12 681,74	3,07
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	170 304,00	302,292	13 935,66	12,22

Laskettaessa takaisinmaksuaikaa 2 %:n ja 4 %:n eskalaatioille syötetään laskuriin taulukon 31 mukaiset summat. Taulukon muut kohdat on laskettu aivan kuten edellisessäkin luvussa.

Taulukko 31. Eskalaatiolaskelmaan syötettävät arvot:

Rakennus	€kustannus, €	Alkusijoitus, €	Jatkuva säästö, €	Korko, %	Korko, %
Uusitut rakenteet, vanha lämmitysjärjestelmä	0	0	0	2	4
Vanhat rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	38 904,23	12 681,74	1056,81	2	4
Uusitut rakenteet, uusi lämmitysjärjestelmä	170 304,00	13 935,66	1161,31	2	4

Näillä arvoilla laskuri antaa ulos 2 %:n eskalaatiolla takaisinmaksuajat, jotka ovat:

Vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 2v

Uusitut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 10v

4 %:n eskalaatiolla takaisinmaksuajoiksi saadaan:

Vanhat rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 2v

Uusitut rakenteet, maalämpö ja kaukolämpö: 9v

8 Johtopäätökset

Takaisinmaksuajoista selviää, että toteutunut kohde, joka oli E-luvulla mitattuna paras ja kaukolämmönkulutuksella mitattuna edullisin, mutta kustannuksiltaan kallein, maksaisi itsensä takaisin kaukolämmön hintakehityksestä riippuen n. 12–17 vuodessa, kun verrataan rakennukseen, johon olisi tehty vain laajennus. Kun verrataan tilanteeseen, jossa rakenteita olisi parannettu, mutta maalämpö olisi jätetty lisäämättä, maksaa toteutunut rakennus itsensä kaukolämmön hintakehityksestä riippuen itsensä takaisin n. 9–13 vuodessa.

E-luvulla mitattuna toiseksi paras vaihtoehto olisi ollut kuvitteellinen tilanne, jossa rakenteita parannettiin, mutta lämmöntuotto olisi jäänyt kaukolämmölle. Tämä olisi ollut myös toiseksi edullisin vaihtoehto. Kuitenkin takaisinmaksuaika tilanteessa, jossa ei olisi tehty muu kuin välttämättömät muutokset ja korjaamon laajennus, takaisinmaksuaika oli kaukolämmön hinnasta riippuen 20–32 vuotta. Täten voidaan sanoa, että E-luvulla mitaten rakenteiden parantaminen kannattaa, mutta rakenteiden parantaminen maksaa energiankulutuksen pienenemisenä itsensä takaisin todella hitaasti, ja investointina isossa rakennuksessa täydellinen rakenteiden parantaminen on lähes samaa luokkaa kuin maalämpöjärjestelmän asentaminen. Täytyy vielä huomioida, että rakenteista kaikkia ei edes parannettu täyttämään nykyisiä U-arvovaatimuksia.

Kun tarkastellaan rakennuksen saneeraushistoriaa, ensimmäinen perusteellinen saneeraus tehtiin 22 vuotta vanhalle rakennukselle. Seuraava, eli nyt toteutunut saneeraus, tehtiin tästä 19 vuotta eteenpäin. Kun tarkastellaan tärkeiden rakenteiden ja rakennusosien sekä tekniikan käyttöiä, niiden kunnossapitajaksoja ja tekniset käyttöiät ovat 15–30 vuotta [12]. Tämä tarkoittaisi, että n. 20–25 vuoden kuluttua rakenteita täytyisi uudelleen kunnostaa ja tekniikkaa uusia isossa mitta-kaavassa. Tähän suhteutettuna 20–32 vuoden takaisinmaksuaika on auttamatta liian pitkä. Rakennuksen seuraava saneeraus koittaisi ennen kuin investointi on maksanut itsensä takaisin. Rakenteiden perusteellinen parantaminen ei siis energiateknisenä investointina kannata, ellei olla tekemässä myös muita energiateknisiä ratkaisuja, kuten lisäämässä maalämpöä lämmöntuottomuodoksi. Toteutuneen vaihtoehdon takaisinmaksuajat (12–17 ja 9–13 vuotta) ovat juuri sopivat suhteessa kunnossapitajaksoihin ja teknisiin käyttöikiin.

Toteutuneen rakennuksen saneerausmalli toimii hyvin Laakkonen-konsernin isoimpien autoliikkeiden saneerausmallina. Näissä liikkeissä on todennäköistä, että varsinainen liiketoiminta, eli autojen jälleenmyynti- ja korjaamopalvelut, kestävät yli takaisinmaksuajan.

Energiateknisesti kuvitteellinen tilanne, jossa varsinaisille rakenteille ei olisi tehty mitään, ja jossa olisi asennettu lämmöntuottomuodoksi maalämpö, olisi ollut lähellä täyttää vuonna 2012 asetetut energiatehokkuusvaatimukset. Tässä takaisinmaksuajat olisivat olleet todella hyvät: suhteessa halvimpaan vaihtoehtoon 8–10 vuotta ja suhteessa parannetuilla rakenteilla ja kaukolämmöllä varustettuun

rakennukseen 2–3 vuotta. Tämä ns. pintaremonttimalli on siten erittäin hyvä energiasaneerausmalli paikkakunnalla, jossa varsinainen liiketoiminta on ailahtelevaa tai hiipuvaa, mutta kiinteistö kaipaa energiateknistä ehostusta. Lyhyellä takaisinmaksuajalla taataan, että rakennus ennättää tuottaa energiankulutuksen pienemisenä takaisin siihen investoitavan rahan ennen kuin varsinainen liiketoiminta lakkaa. Vaihtoehto kaipaa kuitenkin oletusarvoja tiukemman mitoituksen lämmöntalteenottojärjestelmältä ja sähköistykseltä, että energiatehokkuusluokka olisi vaadittava C.

Vaihtoehto, jossa rakennuksen kylkeen olisi ainoastaan rakennettu uusi laajennus, ei ole millään mittarilla kovinkaan hyvä vaihtoehto. E-lukua verratessa rakennus toki paranee hiukan verrattuna vanhaan olemassa olleeseen rakennukseen (E-luku: 256 -> 247), ja rakennus on myös edullisin hinnaltaan, mutta tällainen vaihtoehto jättää jälkeensä korjausvelkaa, sillä ennemmin tai myöhemmin rakenteet ovat siinä pisteessä, että korjaustoimenpiteisiin on ryhdyttävä. Vaihtoehto on kuitenkin energiateknisesti todella pieni parannus ja on hyvä vaihtoehto lähinnä tilanteessa, jossa ainoastaan on välttämätöntä saada lisätila varsinaiselle liiketoiminnalle. Energiateknisenä investointina vaihtoehto ei toimi.

Kokonaisuutena tutkimus antaa hyvän kuvan erilaisista energiateknisistä saneerausvaihtoehtoista ja näiden takaisinmaksuajoista. Lisäksi tutkimuksesta näkee, miten E-luku toimii energiatehokkuuden mittarina, sillä absoluuttisena ostettavana energiana mitattuna edullisempi vaihtoehto ei ole välttämättä parempi. Tämä nähdään kuvitteellisesta tilanteesta, jossa vanhoilla rakenteilla varustettuun rakennukseen lisätään maalämpö, ja tätä verrataan uusilla rakenteilla varustettuun rakennukseen, jossa lämmöntuottojärjestelmänä toimii kaukolämpö (E-luku: 241 < 237).

Toisaalta E-luvulla mitattuna hyvin vertailussa sijoittunut rakennus ei ollut välttämättä kokonaiskustannuksiltaan kannattava vaihtoehto, mikä käy ilmi kuvitteellisesta tilanteesta, jossa rakenteita parannettiin, mutta lämmöntuottomuotona olisi ollut kaukolämpö.

Toteutuneesta rakennuksen onnistumisesta energiateknisenä saneerauksena sekä energiateknisenä investointina tutkimus antaa onnistuneen kuvan. Alun perin rakennukselle ei laskettu mitään kannattavuuslaskelmaa tai takaisinmaksuai-

kaa, vaan suunnittelukokouksissa muodostui ajan kanssa ajatus, millainen lämmöntuottomuoto tullaan toteuttamaan. Jälkeenpäin tämä tutkimus kertoo ratkaisun olleen oikea ja antaa tuleviin kohteisiin tukevaa tietoa, miten energiateknistä saneerausta tulisi viedä eteenpäin, että sijoitettu pääoma maksaisi itsensä takaisin.

Lopuksi on vielä laskettava spekulatioiden välttämiseksi karkea arvio, miten nopeasti myymälähallin yläpohjan parantaminen nykyvaatimusten mukaisiksi olisi maksanut itsensä takaisin. Lisäksi käyttäjältä tulleen palautteen mukaan vanhojen ikkunoiden korjauksen ja julkisivuun uudelleensovittamisen sijaan olisi pitänyt asentaa kokonaan uudet ikkunat.

Yläpohja olisi vaatinut 200 mm FINNFOAM-levyä 100 mm sijaan, että U-arvo olisi nykyvaatimusten mukainen $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tämän työn materiaaliosuus on käytössä olleilla arvonlisäverottomilla hinnoilla [1] 27 701,15 € ja työn osuus kiinnikkeineen 10 197,00 €. Yläpohjan läpi olisi tällöin mennyt hukkaan 24,8 MWh vähemmän energiaa vuodessa. Suojatulla hinnalla takaisinmaksuun menisi 33 vuotta. Vanhojen ikkunoiden korjaus maksoi 21 630,00 €, ja uudet ikkunat maksaisivat käytössä olleilla alihankintahinnoilla 68 700,00 €. Näin ollen lisäinvestointi olisi 47 070,00 €. Lämpöä johtuisi ikkunoita pitkin 39 MWh vähemmän, joten energiateknisenä investointina ikkunoiden uusiminen maksaisi itsensä takaisin suojatulla kaukolämpöhinnalla 26 vuodessa.

Lopulta siis kaikki näkökannat huomioiden toteutunut ratkaisu voidaan katsoa kaikista tehokkaimmaksi ratkaisuksi.

Lähteet

1. Autokiinteistöt Laakkonen Oy, Joensuu. Kirjanpito vuosilta 2013–2014, Kustannuspaikka 11990, tilit 18006, 18016 ja 18026: Kustannustoteuma. 2014.
2. Laki energiatodistuksesta (50/2013).
3. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma, D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2013.
4. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma, C4 Lämmöneristys, luonnos 16.3.2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2012.
5. Valtioneuvoston päätös asbestityöstä (Vnp 1380/94).
6. Ympäristöministeriön asetus energiatodistuksesta (176/2013).
7. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma, C4 Lämmöneristys. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2003.
8. Ilmatieteenlaitoksen keskilämpötilat vuosilta 2009-2013. www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot. 5.5.2015.
9. Vuolle, M. & Airaksinen M. Energiatodistusopas 2013. Helsinki: Ympäristöministeriö. 2013
10. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (9/2013).
11. Holopainen, R., Vares, S., Ritola, J. & Pulakka, S. 2010. Maalämmön- ja viilennyksen hyödyntäminen asuinkerrostalon lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Espoo: VTT Tiedotteita – Research Notes 2546.
12. Rakennustieto Oy. KH 90–00403 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto: Ohjetiedostot. 2008

Liite 1

VELJEKSET LAAKKONEN OY

Monimerkkimyymälä

Voimatie 4-6, Joensuu



LAAKKONEN



KUNTOARVIO

Teemu Rautiainen

RI (AMK) opiskelija

Autokiinteistöt Laakkonen Oy

19.11.2012

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	3
2. KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT	3
2.1 Kuntoarvion perustiedot	3
2.2 Korjaus ja remonttistoria	4
2.3 Käytössä olleet asiakirjat	4
2.4 Kuntoarvion toteutus	4
2.5 Käyttäjähaastattelun keskeiset tulokset	5
3. KUNTOARVION TULOKSET	5
3.1 Aluerakenteet ja ulkopuoliset rakenteet	5
3.1.1 Viherrakenteet	5
3.1.2 Päälysrakenteet	5
3.1.3 Aluevarusteet	9
3.1.4 Ulkopuoliset rakenteet	10
3.1.5 Perustukset ja sokkeli	14
3.1.6 Rakennusrunko	19
3.1.7 Julkisivut	21
3.1.8 Yläpohja	25
3.2 Sisätilojen rakenteellinen kuntoarvio	30
3.2.1 Myymälähalli ja kalustemyymälä	30
3.2.2 WC-tilat, sosiaali-tilat ja siivouskomero	39
3.2.3 Keittiö	43
3.2.4 Ilmakonehuone, lämmönjakohuone, sähköpääkeskus ja laitetila sekä muut tilat	48
3.3 Ensitalassa suositeltavat toimenpiteet	55

1 JOHDANTO

Tässä kuntoarvioraportissa käydään läpi Veljekset Laakkonen Oy:n Joensuun monimerkkimyymälä-rakennuksen kuntoa ja sen käyttöä. Raporttiin on koottu rakennuksesta löydettyjä vikoja ja riskejä, sekä ehdotettu niiden pohjalta lisätutkimuksia ja korjausehdotuksia. Raportti on pääosin rakennuksen rakennusteknisen kunnon arvio, eikä keskity talotekniikkaan kuin perustietojen, sekä kerrotun ja aistein tehtyjen havaintojen pohjalta.

Tämän raportin ja sen mukaisten lisätutkimusten on tarkoitus toimia pohjatietona myöhemmin tehtävälle korjaussuunnitelmalle tai kiinteistöön mahdollisesti toteutettavalle laajennukselle.

Joensuussa 19.11.2012

Teemu Rautiainen, RI AMK (opiskelija)

Autokiinteistöt Laakkonen Oy

0503611018

teemu.p.rautiainen@edu.pkamk.fi

2 KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT

2.1 Kiinteistön perustiedot

- Rakennettu 1971
- 1-kerroksinen
- 3653m² ja 16439m³
- Käyttötarkoitukseltaan alunperin automyymälä ja katsastuskonttori, myöhemmin katsastustilat muutettu myös automyymäläksi.

- Kiinteistön huollosta vastaa ulkopuolisilta osin Lassila & Tikanoja. Sisäpuolisista huolloista ja katon lumenpudotuksista vastaa Veljekset Laakkonen Oy itse. Siivouksen hoitaa Lassila & Tikanoja.

2.2 Korjaus ja remonttistoria

- 1979 Ilmanvaihtokoneita lisätty, katsastustilat muutettu automyymäläksi
- 1994 Sisätilat uusittu täysin, julkisivu saanut nykyisen asunsa, öljylämmitys vaihdettu kaukolämpöön, uusi IV konehuone rakennettu katolle, jätekatos rakennettu kylkeen. Katto on pinnoitettu uudella bitumihuovalla.
- 2003 tuettu liimapuupalkkeja uuden konehuoneen kohdalla, suuren lumikuorman painettua niitä.

2.3 Käytössä olleet asiakirjat

- 1976 tehdyn palkkikatselmuksen pöytäkirja
- Osa vuoden 1979 muutostöiden rakennuslupakuvista, tarjousasiakirjoista ja katselmuspöytäkirjoista. Myös osa LVI-kuvista ja sähkökuvista.
- 1994 muutostöiden rakennuslupakuvat, LVI-kuvat ja sähkökuvat, tarjousasiakirjat ja katselmuspöytäkirjat
- KH 90-00294, KH 90-00295, KH 90-40016
- RakMk

Näiden lisäksi on käytettävissä saman suunnittelutoimiston suunnittelemaa rakennustapaselostuksia ja kuvia samalla tontilla sijaitseviin 70-luvun puolivälissä rakennettuihin kuorma-auto ja yleiskorjaamoihin.

2.4 Kuntoarvion toteutus

Kuntoarvio on toteutettu pääsääntöisesti käyttäen korttia KH 90-00294 ja raportoitu kortin KH 90-00295 mukaan. Tavoitteellisia käyttöikiä on otettu kortista KH 90-40016. Kuitenkin kuntoarvio keskittyy pääosin vain kiinteistön rakennusteknillisiin asioihin silmälläpitäen kiinteistöön tehtävän mahdollisen

laajennuksen yhteydessä tapahtuvaa remonttia. Oletettavasti remontissa talotekniikka joudutaan pääosin uudistamaan sähköjen, lämmityksen ja ilmanvaihdon osalta tilojen muuttuessa ja niiden toimivuuteen ei siten kiinnitetä huomiota kuin perustietojen, kerrotun ja aistein tehtyjen havaintojen perusteella. Lisäksi kiinteistö on liiketila, joten pieniä poikkeuksia ohjekortteihin on tehty. Kiinteistöä on kierretty 16. ja 19.11.2012.

2.5 Käyttäjähaastattelun keskeiset tulokset

Kiinteistön käyttäjiä ovat olleet viimeisien vuosien ajan Veljekset Laakkonen Oy, Joen Purtava Oy:n Ravintola Puukello, sekä kaluste ja kodintekstiilimyymälä Jysk, joka kuntoarvion aikaan oli muuttamassa pois. Käyttäjien puolesta ei valitettu minkäänlaista oireilua rakennuksen ilman takia tai muutenkaan koettu rakennusta huonoksi. Ilmanvaihdon tehoa kesällä pidettiin heikohkona ja tämän takia kesäisin rakennuksessa on pidetty auki nosto-ovia ilman vaihtamiseksi. Lisäksi automyymälässä ja kalustemyymälässä valitettiin loisteputkivalaisimista, joiden kannat ovat hapristuneet.

3 KUNTOARVION TULOKSET

3.1 Aluerakenteet ja ulkopuoliset rakenteet

3.1.1 Viherrakenteet

Kiinteistö sijaitsee kuivalta vaikuttavalla mäntykankaalla. Kiinteistön läheisyydessä kasvaa pienellä nurmialueella muutama mänty ja koivu, jotka vaikuttavat hyväkuntoisilta. Nurmialue on pidetty siistissä kunnossa.

Ei vaadi välittömiä kunnostustoimenpiteitä. Puiden kuntoa kannattaa seurata, että laho tai vastaava ei yllätä.

3.1.2 Päälysrakenteet

Kiinteistön pääjulkisivun, eli länsipuoleisen parkkipaikan asfaltointi on hyvässä kunnossa. Vain muutamia halkeamia on havaittavissa ja vedet eivät pahemmin

seiso montuissa. Alue palvelee lähinnä asiakas parkkipaikkana. Päällyste uusittu vuonna 1994 remontin yhteydessä.



Kuva1. Yleiskuva lännen puoleisesta asfaltoinnista. Kuvassa näkyy myös puustoa.

Itäinen sivu puolestaan on kovalla rasituksella. Asfaltti on kuoppainen, halkeillut ja painunut. Jo vähäisten sateiden jälkeen vedet jäävät seisomaan pihalle. Alue palvelee myytävien, korjattavien ja katsastukseen menevien autojen parkkipaikkana, lastauslaiturialueena sekä asiakas noutopisteenä kalusteliikkeelle. Lisäksi alueella sijaitsee kalusteliikkeen ja ravintolan jätepiisteet. Päällyste on vuodelta 1994 ja sitä ei ole kovinkaan paljoa paikkailtu.



Kuva 2. Itäisellä puolella oleva parkkialue on halkeillut ja kuoppainen.



Kuvat 3 ja 4. Itäpuolen parkkipaikan asfaltointi.

Eteläinen ja pohjoinen puoli on hyvässä kunnossa ja käyttö on kohtuu pientä. Lähinnä aluet toimii asiakkaiden ja uusien vaihtoautojen parkkipaikkana, Eteläisellä puolella on uudempaa päällystettä lähellä sijaitsevan katsastuskonttorin lähetyvillä, muuten asfaltti on peräisin vuodelta 1994.

Taloa kiertää reunakivellä pengerretty asfaltoitu kävelytie. Tämä alue ulottuu rakennuksen sokkelista reilun kahden metrin päähän. Kävelytien kallistukset on itä- ja pohjoisosissa paikoin taloa kohti ja suurella osaa rakennusta ei kallista mihinkään suuntaan. RakMk C2 kohta 2.1.1.1 sanoo, että minimikallistus sokkelista poispäin tulisi olla 1:20 kolmen metrin matkalla valumavesien viemiseksi pois rakennuksen välittömästä läheisyydestä. Valumavesien huonon poisjohtumisen takia aivan sokkelin vieressä olevat reunakivet ovat paikoin painuneet ja vesi on vienyt hiekkaa mukanaan muodostaen selvän onkalon. Myöskin sammaloitumista ja kasvikasvustoa on syntynyt.



Kuvat 5. Sammalta sokkelin vierellä.

Kuva 6. Kaadot kohti sokkelia ja reunakivet painuneet.

Tämän kävelytien kohdalla on myös salaojien betonikantiset tarkastuskaivot, jotka ovat painuneet reilusti joko roudan tai täyttö-, sekä perusmaiden painumisen takia.



Kuvat 7 ja 8. Tämä tarkastuskaivo on painunut noin 5cm monttuun.



Kuva 9. Sammalta sokkelin vieressä.

Pihan asfalttipäällysteiden tavoitteellinen käyttöikä on kortin KH 90-40016 mukaan 30 vuotta, joka saavutetaan 10 vuoden välein tehtävillä huoltotöillä. Kohteessa ikää päällysteellä on 18 vuotta ja havaittavia korjauksia ei ole tehty. Mikäli pihan pahimmat kuopat ja halkeamat paikataan piakkoin, säilyy asfaltti jonkinlaisessa kunnossa vielä 10 vuotta, kunnes kokonaan uusi päällyste on viimeistään tarpeellinen. Aivan talon reuna kaatoineen olisi hyvä korjata hetimiten, ettei valumavedet pidä rakennuksen sokkeliä märkänä. Samalla olisi hyvä tarkistaa veden kovertamat täyttömaat aivan talon vierestä.



Kuva 10. Painunut reunakivi aivan sokkelin vieressä.

3.1.3 Aluevarusteet

Kiiteistön alueella liikennemerkkit ja opasteet ovat hyväkuntoisia ja näkyvillä. Lisäksi on automyymälän valomainoksia, joiden peltiosat ovat saaneet vaurioita lumiaurasta tai parkkeeraavasta autosta. Kuitenkaan turvallisuuteen heikentävästi vaikuttavia tekijöitä ei näissä havaittu. Kalusteliikkeen jättepisteet sijaitsevat takapihalla ja niiden ympäristö oli törkyinen. Kalusteliike oli kuitenkin tekemässä muuttoa kuntoarvion tekoaikaan.



Kuva 11. Valomainoksen alaosan peltivaurio.

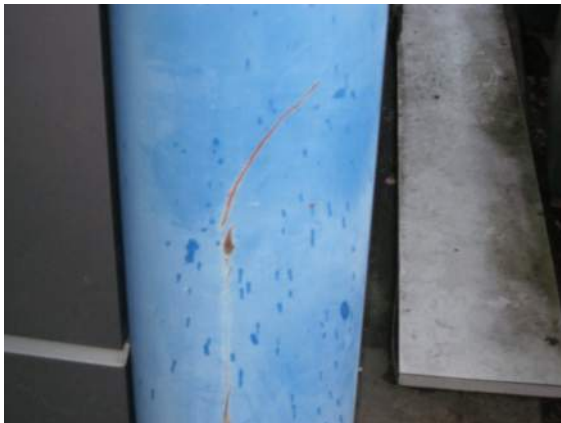
Ei välttämättömiä korjaustoimenpiteitä 10 vuoteen, ellei liikennejärjestelyt tai alueen käyttötarkoitukset muutu ja edellytä uutta opastusta. Kalusteliikkeen jäteasteiden ympäristö tulisi raivata yleisen turvallisuuden ja paloturvallisuuden nimissä, ellei tätä ole tehty kun liike on muuttanut.

3.1.4 Ulkopuoliset rakenteet

Kiinteistön kylkeen on tehty vuonna 1994 jätekatos. Katos on teräsbetonianturoiden päälle perustettu teräsrunkoinen kylmä rakennelma. Julkisivut on peltikasettia ja katto on bitumihuovalla päällystetty teräspelti tai teräsplootu. Lattiaksi on valettu betonilaatta, jossa ei näkyviä halkeamia tai painumia. Peltikasetit näyttävät hyväkuntoisilta ja katto oli päältäpäin siisti, joskin katon alapinnassa näkyi tummia läikkiä. Teräspilarit alkavat paikoin hilseillä maalia ja ovat jo kuluneet. Katon ja varsinaisen kiinteistön välinen liitos on tehty kittaamalla ja kitti on revennyt. Katoksen läpi kulkee vanhan öljypolttimon teräksiset savupiiput ja niiden läpiviennit on auki. Katos oli sisältä törkyinen ja varsinaiset jäteastiat oli katoksen ulkopuolella, koska ne eivät mahtuisi katokseen sisälle. Arvion aikana katoksessa juoksi yksi rotta.



Kuva 12. Jätekatoksen peltijulkisivu ja teräspilari. Katon alapinnassa läikkiä.



Kuva 13. Naarmuja pilarissa.



Kuva 14. Läikkiä katon alapinnassa



Kuva 15. Rakoja piipun läpiviennissä



Kuva 16. Katos täynnä tavaraa.



Kuva 17. Kittisauma revennyt katoksen ja rakennuksen liitoksessa.

Jätekatoksen vieressä kulkee teräksiset kierreportaat katolle. Portaat vaikuttivat hyväkuntoisilta ja tukevilta. Portaiden kiinnitys seinään meni julkisivupeltikasetin läpi tippapellin alta ja läpivientä ei ollut kitattu, joten esimerkiksi lumi ja vesi voi päästä tältä kohdin pintamateriaalin taakse vaikka reikä on tippapellin alla. Portaiden ympärys oli arvion aikaan kalusteliikkeen muuton keskellä ja törkyinen. Portaista pääsee kiipeämään kuka tahansa katolle, sillä kulkua ei ole estetty. Portaat ovat peräisin vuodelta 1994.



Kuva 18 ja 19. Portaан ympärys on aidattu, mutta aidan voi kiertää ja katolle kiivetä kuka tahansa.



Kuva 20. Portaat ovat tukevat ja hyväkuntoiset



Kuva 21. Portaan kiinnitys menee tippapellin alta peltikasetin läpi.

Katoksien eri osille ei löytynyt kortistosta tavoitteellisia käyttöiä eriteltynä, mutta katos kokonaisuudessaan suunnitellaan kestävänsä vähintään 50 vuotta 10 vuoden huoltovälillä. Jätekatoksen peltijulkisivu ei aiheuta kunnostustoimenpiteitä, mutta alkuperässään olevat teräsosat olisi hyvä hioa vauriokohdiltaan ja uudelleen maalata suurempien ruostevaurioiden estämiseksi vähintään 2 vuoden sisällä. Rakennuksen ja katoksen välinen kittisauma tulisi aukaista ja paikata uudella elastisella säänkestävällä kittauksella, ettei sulamisvedet ja niistä muodostuva jää vaurioita varsinaisen rakennuksen julkisivua. Piipun läpiviennin voi paikata että katokseen ei valu vettä. Tätä tehtäessä on muistettava, että paikkaa tehdään RakMk:n osion E3 5.1 mukaisesti A1 luokitellulla palonkestävällä tuotteella. Tuhoeläimet tulisi myrkyttää ja katos olisi myös hyvä raivata, että sitä voitaisiin käyttää varsinaiseen käyttötarkoitukseen ja mahdolliset tuhoeläimet on helpommin havaittavissa ja eliminotavissa.

Portaiden tavoitteellinen käyttöikä on 50 vuotta ja huoltovali on 20 vuotta. Kahden vuoden sisällä on hyvä tarkastaa ja korjata portaiden mekaaniset kiinnitykset. Lisäksi RakMk:n osion F2 mukaan rakennus on turvallisuuden vuoksi totetutettava siten, että putoamisen vaaraa ei voi esiintyä. Portaisiin olisi hyvä asentaa lukittava portti, että kuka tahansa ei voisi esteettä kiivetä katolle, jolla ei ole putoamisen estäviä kaiteita. Kiinnikkeen ympärys tulee kitata.

3.1.5 Perustukset ja sokkeli

Rakennuksen tarkkaa perustamistapaa ei ole selvillä, sillä tarkat rakennepiirustukset puuttuvat. Arkkitehdin periaateleikkauksen mukaan lattiassa on reunavahvistettu laatta sisäpuolelta lämpöeristetyllä sokkelilla ja betonipilarien alla on teräsbetonianturat. Routaeristyksestä, salaojajärjestelmästä ja maatyöistä ei ole tarkkaa tietoa. Rakennuksen kulmissa on etelä-itä ja pohjois-itä suunnilla betonikantiset kaivot, mutta niitä ei saanut auki salaojien tarkistusta varten. Jätekatoksen luona sijaitsee umpiteräskantiset kaivot, joissa voisi olla salaojien keräyskaivo ja pallopadotusventtiilillä varustettu liitos sadevesiverkostoon. Näiden kaivojen päällä oli arvion tekohetkillä parkkeerattuna auto, joten asiaa ei voitu tarkistaa.



Kuva 22. Mahdollinen salaojakaivo. Mahdollisten putkien korkoasemaa ei kuitenkaan saanut selville, sillä kaivoa ei saa auki

Käyttäjän kertoman perusteella sadevesikaivojen tarkkoja juoksutuksia ei ole ainakaan käyttäjän itsensä tiedossa. Mahdollisesti Joen Loka Oy:llä on jonkinlainen kaivokartta.

Sokkeli on vuorattu 1994 harmaalla laattalla. Laattoja koputellessa suuri osa on irronnut sokkelista ja useita haljenneita oli nähtävissä, laattasaumat oli halkeilleet tai saumat karisseet kokonaan pois. Lisäksi useassa paikkaa saumoista valui sokkelille valkeaa kalkkihärmää. Tämä ja aiemmin raportoitu sammal sokkelin vierellä kielii, että sokkeli on saanut runsaasti vettä. Ulkoisia vedenlähteitä ovat mm. sokkelille kallistava maanpinta ja lyöntilistoitetut lämpöikkunat, joissa ei ole tippapeltiä. Sade- ja valumavesi oli myöskin kovertanut paikoin sokkelin vierustalta maat pois ja sokkelissa ei näkynyt patolevyä, kermiä tai bitumivoitelua joka estäisi kosteuden haitallisen siirtymisen suoraan maaperästä sokkeliin.



Kuva 23. Kalkkihärmää valuu saumoista. Pieniä puun taimia sokkelin vierellä



Kuva 24. Kittisaumoissa on jo reikiä siellä täällä lyöntilistan alla...



Kuva 25. ...eikä osassa ole kittiä ollenkaan.



Kuva 26. Laattoja on rikkoontunut. Ei myöskään paineellisen veden eristystä havaittavissa.



Kuva 27. Laattasaumoja on paljon auki

Sokkelin ja lattian tarkka rakenne olisi hyvä saada jatkotutkimuksilla selville. Kansallinen Kosteus- ja Hometalkoot projekti määrittelee mm. reunavahvistetun laatan riskirakenteeksi. Mikäli sisäpuolinen eriste menee syvälle reunavahvistukseen, sen alaosa voi olla kokonaan vedessä. Lisäksi sisäpuolelta eristetty sokkeli on kondenssiriski. Mikäli höyrynsulussa on vuotoja, sisäilman suhteellinen kosteus voi jo pienellä pakkasella kondensoitua kylmää sokkelia vasten, jolloin homeella on otolliset kasvuolosuhteet villatilassa ja rakennuksen ollessa alipaineisena itiöt siirtyvät sisätilaan. Mikäli lattiassa on betoni-eriste-betoni rakenne, on sama kondenssiriski olemassa kylmää alalaattaa vasten.

Myöskin salaoja- ja sadevesijärjestelmien juoksutukset ja korkoasemat suhteessa rakennukseen olisi hyvä selvittää rakennuksen huollon helpottamiseksi.

Kalkkihärnä kertoo, että sokkeliin mennyt vesi kuivuu ulospäin. Saumoja ei siten kannata käsitellä esimerkiksi tiivistävillä aineilla, jolloin kosteus ei kuivuisi ulos, vaan menisi sisälle. Lisäkosteuden pääsyn sokkeliin voi estää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

Seinään satavan veden valuminen sokkelin laattojen taakse estetään. Ikkunoiden alaosiin lisätään tippapellit ja kaikki kittaukset paikataan. Elastisilla kiteillä tehtyjen saumojen suunnitteluikä on kortin KH 90-40016 mukaan 20 vuotta, joten vuonna 1994 tehtyjen saumojen täydellinen uusiminen on edessä viimeistään 2 vuoden sisällä. Puuttuvilta osilta saumat tulisi tehdä hetimiten.

Sementtipohjaiset hajonneet saumat paikataan uudella sementtisaumalla, joka sallii sokkelin kuivumisen ja rikkoontuneet sekä halkeilleet laatat uusitaan. Kun laattapinta on ehjä, ei niin paljoa sadevesistä pääse suoraan sokkelin betoniosien ja laatoituksen väliin. Lisäksi kun laattojen taakse ei pääse vettä, ei pakkasen riko laattoja. Saumat tulisi käydä muutenkin tarkkaan läpi, sillä laatoituksen kiviaineiset saumat pitäisi ohjeellisesti korjata 20 vuoden välein, että täysi n. 50 vuoden käyttöikä saavutetaan.

Sokkelin välittömästä läheisyydestä poistetaan sammal ja puuntaimet, sekä muu kosteutta sitova kasvillisuus

Maanpinnan kallistukset korjataan uudella päällysteellä RakMk C2 kohdan 2.1.1.1 mukaisesti siten, että vedet poistuvat rakennuksen välittömästä läheisyydestä.

Isompaan remonttiin ryhtyessä tulisi harkita sokkelin vierustan aukikaivamista. Tällöin salaojat saadaan uusittua, maataytöt voidaan vaihtaa routimattomiksi ja sokkelia vasten voidaan asentaa pato levytys. Lisäksi tällöin voidaan lisälämmöneristää sokkeli ulkopuolelta, jolloin betonipinta olisi ns. lämpimällä puolella ja kondenssiriski seinän sisällä poistuisi.

3.1.6 Rakennusrunko

Rakennus seisoo betonipilarien päälle asennettujen liimapuupalkkien päällä. Liimapuupalkeissa on pientä halkeilua ja maalirapistumaa havaittavissa. Vuonna 1976 tehdyn katselmuksen mukaan palkit ovat jo silloin painuneet paljon ja asiaa on seurattu. Lisäksi palkeille on jo tuolloin pitänyt tehdä uudet lujuuslaskelmat, mutta sellaisia ei löytynyt arkistoiduista papereista. Palkit ovat systemaattisesti kiepahtaneet muutaman senttimetrin toisiinsa nähden. Rakennukseen on katolle vuonna 1994 tehty ilmakonehuone. Vuonna 2003 tai 2004 ilmakonehuoneen kohdalla palkit olivat painuneet huomattavasti ja ne oli pitänyt tyltätä. Kohdalle on rakennettu uusia pilareita kantamaan palkkia tältä kohtaa. Katossa tapahtuu edelleen lumikuormien aikana painumista. Jyskin puolella varaston ja myymälätilan erottavan väliseinän yksi tolppa on mennyt läpi kattolevyistä, joskaan tapauksessa ei oltu huomioitu rakenteen painumista.



Kuva 28. Palkit ovat kiepahtaneet yläosastaan.



Kuva 29. Palkit ovat kiepahtaneet systemaattisesti koko rakennuksen matkalla



Kuva 30. Jyskin varaston seinän pystytolppa painunut kattolevyistä läpi. Painumavaraa ei ole huomioitu tai painuma on ollut huomattava. Reiässä näkyy höyrynsulku



Kuva 31. Palkin alapinnoissa maalin rapistumia ja pieniä halkeiluja

Rakennuksen betoniset pilarit eivät aiheuta korjaustoimenpiteitä.

Liimapuupalkkien kuivuminen aiheuttaa aina pientä halkeilua, mikä puolestaan voi haristaa maaleja. Halkeamat eivät ole kovinkaan suuria ja siten eivät kerro palkin kovasta rasituksesta, vaan ennemminkin kuivumisesta. Liialliset kuivumishalkeamat voivat johtaa palkin kantokyvyn heikkenemiseen ja tätä liiallista kuivumista voidaan ehkäistä mm. käsittelemällä palkit tiiviin pinnan muodostavalla maalilla tai lakkauksella. Koska palkeissa on aiemminkin huomattu painumaa, palkkien korkoasemaa olisi hyvä seurata. Lisäksi kiepahduasema tulee tutkia. Voi olla, että palkit on alunperinkin asennettu hiukan vinoon, mutta niiden tämän hetkinen ”kiepahdus” olisi hyvä mitata ja mikäli se etenee, voidaan asiaan ajoissa puuttua tukemalla. Myös lujuuslaskelmat olisi hyvä teettää, mikäli niitä ei 1976 ole tehty tai arkistoitu. Isoja lumikuormia katolla tulee välttää huolehtimalla lumien pudotuksista hyvissä ajoin.

3.1.7 Julkisivut

Rakennuksen julkisivu on pääosin alumiiniprofiilista lämpölasia ja peltikasettia. Parissa kohdassa on ohutrapattua tiilimuurausta. Lämpölasit on uusittu vuonna 1994 ja niitä on myöhemmin uusittu esimerkiksi edellisten hajotessa. Lasien alalyöntilistat ovat suoraan samassa tasossa sokkelipinnan kanssa, eikä tippapeltiä ole. Kuten aiemmin on kerrottu, listan ja sokkelin väli on kitattu. Näissä saumoissa on reikiä ja osassa paikkaa saumat ovat kokonaan auki. Osa lyöntilistoista on myös kääntyillyt lämpölaajenemisen tai mekaanisen vaurion takia, joten vesi pääsee myös listojen alle ja siitä suoraan sokkelin laattojen alle. Ikkunoiden lyöntilistojen tiivisteet vaikuttivat pääsääntöisesti hyväkuntoisilta.



Kuva 32. Lyöntilistat kääntyilleet. Ei tippapeltiä, joten listoitus valuttaa sadeveden suoraan sokkelille



Kuva 33. Lyöntilistojen tiivisteet pääosin hyvässä kunnossa

Muuratuilta osin seinät olivat siistin näköiset, eikä rappaus hilseillyt. Kuitenkaan tiilien alavarvissa ei ollut yhtään aukinaista saumaa, joten rakenteen tuulettavuus on kyseenalainen. Koska rakennekuvia ei ole, ei ole varmuutta, onko kyseessä sandwich-elementti vai paikallamuuraus.



Kuva 34. Tiilimuurauksen alaosassa ei tuuletusrakoja

Peltikasetit ovat päällisin puolin siistit ja hyväkuntoiset. Ikkunoiden yläpuolella rakennusta kiertää tippapelti, jonka yläpuolisissa osissa peltikasettien takaa oli tunnustellen löydettävissä tuuletusrako. Alapuolisilla osilla peltikasetit oli kuitenkin suoraan samassa tasossa sokkelin kanssa ja sauma on kitattu umpeen. Ikkunoiden yläpuolisessa tippapellissä jatkokset oli tehty ilman kittiä, joten vettä voi valua peltikasetin ja seinän väliin.



Kuva 35. Ei tuuletusrakoa. Myös kasetit valuttavat veden suoraan sokkelille.



Kuva 36. Ikkunoiden yläpuolisen tippapellin jatkoksissa veden mentäviä reikiä.

Rakennuksen ovet ovat lasiaukollisia alumiiniovia ja nosto-ovia. Lasiaukolliset alumiiniovet ovat kohtalaisessa kunnossa ja ne sekä avautuvat, että sulkeutuivat hyvin. Osassa ovista tuntui hiukan vetoa. Lisäksi ainakin yhtä ovea on kammettu siten, että se on vääntyillyt ja alaosassa on selvä reikä ulkoilmaan oven ja karmin välissä.



Kuva 36. Alaosastaan rikki väännetty ovi.

Nosto-ovet ovat käsikäyttöisiä. Käyttäjän mukaan ovet ovat hankalia käyttää ja eivät aina sulkeudu kunnolla. Pientä vetoa oli havaittavissa. Oven sisäpuolella lattian lämpötila oli $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, kun sisäilma oli $+20,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja lattia sisempänä $+18,9\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oven alareunassa on siten selvä lämpövuoto. Talvisin ovien sisäpuolella kerrottiin olevan joskus jäätä. Sisäilman RH oli 29,1% joten kastepiste vallitsevassa tilassa on noin $+2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oven sisäpuolen lattia oli $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämmin kun ulkona oli lämmintä $+3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pakkasella todennäköistä on, että lattia oven kohdalla on jatkuvassa kondenssissa ja sisätilan kosteus jäätyy siten lattiaan.

Julkisivun korjaustoimenpiteinä lyöntilistat tulee käydä läpi ja mikäli havaitaan rikkonaisia tiivisteitä tai irronneita listoja, ne korjataan. Kaikki ikkunoiden ja pellityksien alapuoliset kittisaumat käydään läpi ja korjataan, sillä kittisaumat ovat kohta iältään ylittäneet tavoitteellisen käyttöikänsä. Lisäksi kannattaa harkita tippapellin asentamista, siten että vedet eivät rasita sokkelia. Yläosaa kiertävän tippapellityksen jatkoksien kohdat tulisi kitata.

Ulko-oville asetetaan 50 vuoden tavoitteellinen käyttöikä ja 20 vuoden korjausväli. Ovien maalipinnat ovat kohtuullisessa kunnoossa, mutta ovien tiivisteet ja toiminta kannattaa käydä läpi ja rikkiäiset ovet oikoa, että veto loppuisi.

Nosto-ovien vaihtamista uusiin sähköisesti toimiviin tulisi harkita ainakin isomman remontin yhteydessä. Lattian lämpökatko kannattaa korjata samalla.

3.1.8 Yläpohja

Rakennuksessa on bituminen tasakatto. Tarkkaa yläpohjarakennetta ei ole tiedossa, sillä rakennekuvia ei ole. Pintakermi on vuodelta 1994 ja saumat alkavat olla pahoin halkeilleita ja osassa ylösnostoista kermien saumat oli auki ainakin pintahuovassa. Isompia selviä reikiä ei havaittu, mutta sisäpuolella on katossa lukuisia valumajälkiä ja tummentumia, joten vettä on joskus vuotanut sisällekin. Haastattelun ja käytössä olleiden asiakirjojen perusteella lämmöneristys todennäköisesti on joko alkuperäinen tai uusittu 1979, joten se ei täytä tämän päivän vaatimuksia.



Kuva 37. Bitumikermien saumoja



Kuva 38. Huovan ylösnoston sauma on auki

Katossa on kaato harjalta reunoille, missä kattokaivot ovat. Pieniä lätäköitä vettä kuitenkin seiso i katon reuna-alueilla. Kattokaivojen roskasiivilät oli poistettu paikoiltaan.



Kuva 39. Yleiskuva katosta. Vettä seisoo reuna-alueilla.



Kuva 40. Kattokaivojen roskasiivilät on kaikki poistettu.

Kattoikkunoiden pellitykset näyttivät olevan alkuperäiset ja maalipinnat olivat jo paikoin pahoin haristuneita ja ruostuneita. Lisäksi muutaman avautuvan kattoikkunan säälle alttiina ollut puukehys oli laho.

Katon tuuletussienien ja tuuletusviemäreiden läpivientien kaulukset on tehty piellä ja ne ovat halkeilleet ja sammaloituneet



Kuvat 41 ja 42. Kattoikkunoiden pellityksien vaurioita



Kuva 43. Lahonnut puukehys avautuvassa kattoikkunassa



Kuva 44. Tuuletusviemärin läpivienti sammaloitunut



Kuva 45. Tuuletussienen läpiviennit halkeilleet

Rakennuksen räystääspellitykset ovat vuodelta 1994 ja ovat hyvässä kunnossa. Siellä täällä oli ruostuneita ruuveja ja aivan pieniä reikiä peltien liitoksissa.



Kuva 46. Pellitykset hyväkuntoiset.

Liitokset tehty ilman kittiä



Kuva 47. Osa ruuveista on ruostunut ja kumitiivisteet ovat haristuneet.

Kattoikkunoiden vanhat 70-luvun pellitykset ja lahonneet puukehykset tulee uusia täysin. Lisäksi kermien ylösnostot tulee samalla käydä läpi ja korjata. Katto ja kaikki putkien läpivientikaulukset tulee puhdistaa sammalesta ja halkeilleet kaulukset paikata.

Kattokaivojen roskasiivilät on ehdottomasti laitettava takaisin paikoilleen, ettei viemärit tukkeudu katolle pudonneista lehdistä ja havunneulasista.

Räystäspellitykset tulee kiertää ja ruostuneet, sekä haristuneet ruuvit vaihtaa. Samalla voidaan kitata peltien liitosten reiät.

Bitumikermille on tavoitteellinen käyttöikä 20 vuotta joten se on tulossa parin vuoden sisällä täyteen. Kokonaan uuden pinnoitteen asentaminen on siten piakkoin ajankohtainen ja varsinkin isomman remontin yhteydessä olisi järkevää miettiä katon lisälämmöneristystä ja vesikatteen uusimista kokonaan. Tällöin lämmöneristävyys olisi nykyluokkaa ja energiankulutus pienenee. Lisäksi samalla saataisiin korjattua katon kaadot siten, että vesi ei enää seisoisi katolla.

3.2 Sisätilojen rakenteellinen kuntoarvio

3.2.1 Myymälähalli ja kalustemyymälä

Myymälätiloissa on kauttaaltaan lattiana mosaiikkibetonilaatat. Kalusteliikkeen puolella kalusteliike oli peittänyt nämä kangasmatolla ja automyymälän puolella kulkee paikkapaikoin laminaattikävelyteitä. Näkyviltä osin mosaiikkibetonilattiat ovat hyvä kuntoiset, joskin öljyläikkiä ja tummentumia on siellä täällä. Saumoja on halki, mutta lattiat ovat melkoisen kovalla rasituksella. Ainoastaan nosto-ovien kohdalla näkyi kalkkihärmäjälkiä saumoissa, joten lattian alta ei ilmeisimmin nouse kapillaarista vettä, eikä sisätilan ilmankosteus kondensoidu.

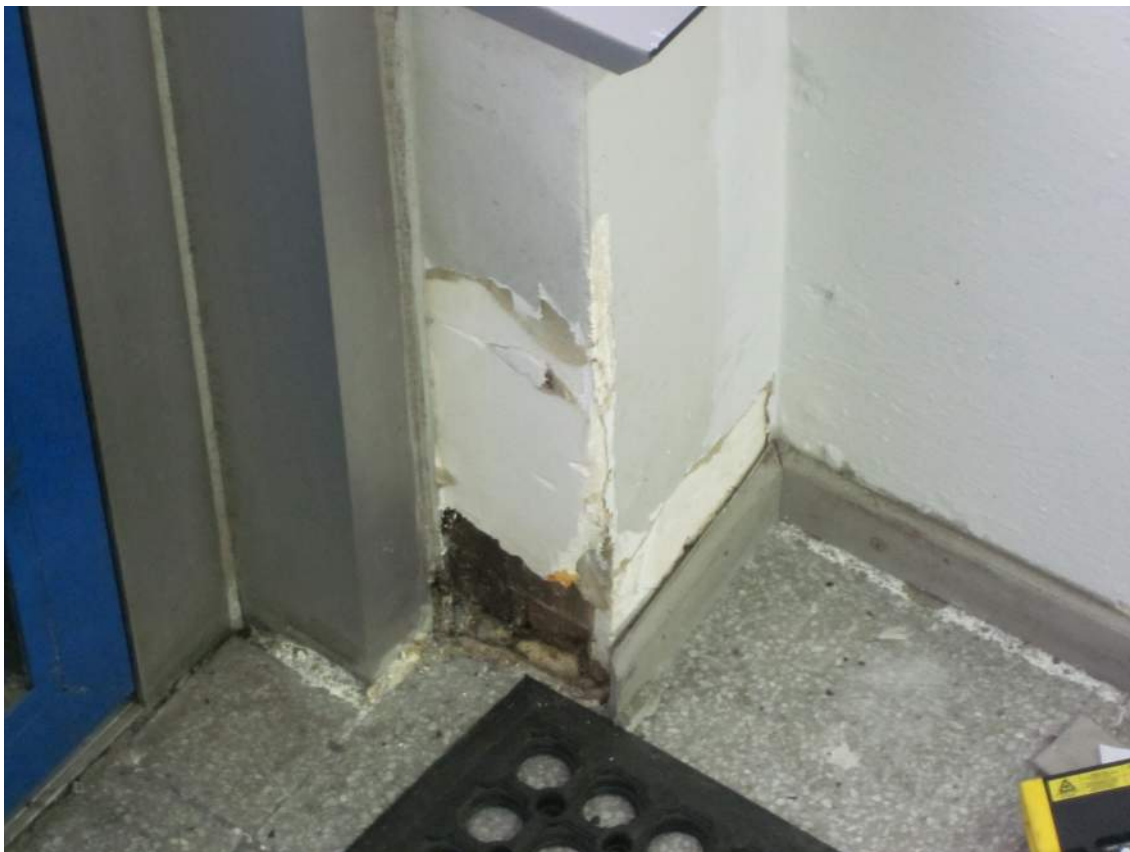


Kuva 48. Mosaiikkibetonilaatat ovat kohtalaisen hyvässä kunnossa. Ei jälkiä kosteudesta, ainoastaan kosmeettisia vaurioita, kuten öljyä ja nastarenkeiden naarmuja

Seinät on alaosistaan koolattu, villoitettu ja levytetty kipsilevyillä. Ovien pielessä levytykset olivat osaltaan kosteudesta johtuen rapistuneet ja hajonneet ja lähes jokaisessa pielessä vähintään maalipinnassa oli kosteuden jättämää kurtistumaa. Kahdesta satunnaisesta kohdasta aukaistuna, seinästä löytyi höyrynsulku, mutta hajonneessa ovenpielessä sitä ei ollut. Lisäksi seinien alaosan päällä olevien ikkunapenkkin ja ikkunoiden välillä kittisaumat ovat aukeilleet, joten höyrynsulun tiiveydestä ei ole varmuutta. Oven pielestä mitattuna betonisokkeli oli sisäpuolelta vain +6,5 °C lämmin (ulkona +3,5 °C ja sisätilan kastepiste n. +2,2 °C), joten se on pakkasella todennäköisimmin jatkuvassa kondenssissa. Tämä aiheuttaa levytyksen vauriot ja osaltaan vaikuttaa sokkelin kuntoon. Seinien alaosia on maalattu ja paikattu, mutta ei tarkemmin avattu keväällä 2011 joten kaikki vauriot eivät ole nähtävissä. Rakennuksen vesikiertoinen patteriverkosto on asennettu seinän alaosaan.



Kuva 49. Oven pieli on saanut kosteutta



Kuva 50. Myös toinen pieli on ollut märkä. Ei höyrynsulkua.



Kuva 51. Toisaalla taas höyrynsulku oli levyn takana.

Nosto-ovien sisäpuolella ei ole myöskään minkäänlaista ritiläkaivoa, jonka päällä talvella sisään tuodut autot voisi sulattaa lumista. Nyt kaikki lumet sulavat suoraan lattioille

Ikkunoiden yläosassa ja katossa on jonkinlainen lujalevy. Kalusteliikkeen puolelta levytyksen yläosasta ja katosta pystyi havaitsemaan, että takana on höyrynsulku. Automyymälän puolella asiasta ei ole varmuutta. Levytys voi olla peräisin 70-luvulta, joten siinä voi olla asbestia. Seinästä ja katosta menee sieltä täältä läpivientejä joiden ympärillä on sekä vesivalumia, että ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Lisäksi levyt olivat sekä katosta, että seinästä halkeilleet ja varsinkin kattoikkunoiden kohdalla näytti, että ne eivät ole täysin kiinni. Tämä kielii, että katto liikkuu lumen kuormittaessa. Katossa oli muutenkin lukuisia valumajälkiä ja tummentumia.



Kuva 52. Katossa valmajälkiä



Kuva 53. Vanhoja sähköputkia menee seinästä läpi ja ilmavuodosta on merkkejä.



Kuva 54. Käytössä oleviakin reikiä on tiivistämättä



Kuva 55. Yleiskuva katosta. Mahdollisesti asbestipitoista levyä 70-luvulta



Kuva 56. Kattoikkunan kohdalla levytys alkanut rakoilla ja osa nauloista/ruuveista ponnahtanut ylös



Kuva 57. Kattolevyt halkeilleet nurkista ja kiinnikkeiden kohdilta

Sekä kalusteliikkeen, että automyymälän lattioissa on rutiläkaivot seiniltä keskiosaan päin mentäessä. Kaivoista lähtevät putket on tulpattu. Mahdollisesti näiden on tarkoitus ottaa vastaan maaperästä nouseva pohjavesi. Kaivojen pohjalla ei ollut vettä, mikä tukee päätelmää, ettei lattiaankaan alla todennäköisesti ole kapillaarista kosteutta. Kuitenkin kaivoissa oli eloperäistä roskaa, kuten havunneulasia. Automyymälän puolella kaivot olivat auki myymälähalliin jolloin lämpötila ja RH olivat samoissa lukemissa kuin muuallakin hallissa. Kalusteliikkeen puolella kaivo oli peitettynä pahvilla ja kangasmatolla ja lämpötila oli +18,4 °C ja RH 50,2%. Kaivossa oli paha haju ja orgaaninen aines on hyvin homealttiissa tilassa.



Kuva 58. Kaivon kannen päällä havunneulasia



Kuva 59. Kaivon sisällä lisää eloperäistä roskaa. Putket tukittu. Kaivossa ei vettä.



Kuva 60. Kaivo ollut peitettynä pahvilla ja kangasmatolla kalusteliikkeen puolella.

Hallitiloissa lämmitys pelaa ilmanvaihdon ja vesikiertoisen patteriverkoston kautta. Tarkastettaessa sekä patterit, että tuloilma olivat lämpimiä. Kesäisin halli menee kertoman perusteella kuumaksi ja tunkkaiseksi, joten nosto-ovet ovat jatkuvasti auki. Hallin ainoat poistoilmaventtiilit ovat keskellä sijaitsevan toimisto-osaston yläpuolella. Ilmastoinnin pääte-elimet olivat melko likaisia arviohetkellä

Valaistus on toteutettu loisteputkivalaisimilla ja taso on hyvä. Valaisimet ovat iältään vaihtelevia, sillä niitä on tarpeen tulleen vaihdettu ja lisätty ajan saatossa. Kertoman perusteella loisteputkia vaihtaessa iäkkäimpien valaisimien kannat ovat jääneet käsiin.

Kummankin liiketilan hallissa on toimistokoppeja. Näissä kopeissa oli ainoastaan tuloilmaventtiilit, eikä poistoa lainkaan. Venttiilit olivat melko likaisia. Kopit olivat huomattavasti lämpimämpiä ja tunkkaisempia kuin hallit, joissa ne olivat. Kalusteliikkeen puolella toimistojen alaslaskukattojen levyt oli nostettu pois, että ilma kiertäisi paremmin.



Kuva 61. Toimistokopin tuloilmaventtiili.



Kuva 62. Yleiskuva hallin valaistuksesta

Lattiat ovat kärsineet lähinnä kosmeettisia vaurioita. Niille voitaisiin tehdä kuitenkin esimerkiksi kristallointikäsittely, että pahimmat tummentumat ja läikät häviäisivät. Nosto-ovien kohdalle olisi suositeltavaa rakentaa isot ritiläkaivot, että autot voitaisiin talvisin sulattaa puhtaaksi lumesta ennen halliin ajoa. Samalla voitaisiin korjata kylmäsilta.

Seinien alaosan höyrynsulun tiiveys kannattaa tarkistaa poistamalla pätkä ikkunapenkkiä. Tällöin nähdään villojen tilanne. Mikäli kosteusvaurioita on muuallakin, pitää koko alaosat korjata, muutoin oven pielten pahiten vaurioituneet levyt tulee purkaa ja korjata huolehtien tiivistä höyrynsulusta. Lisäksi kannattaa kitata ikkunapenkkien ja ikkunoiden väliset saumat, jotka ovat repeilleet auki.

Seinien ja katon levyjen asbestipitoisuus pitää tarkastaa ennen toimenpiteitä. Levyjen kiinnitykset tulee korjata, ettei vahinkoja pääse tapahtumaan. Seinistä läpi menevien putkien ja johtojen raot tulisi tiivistää ilmavuotojen vähentämiseksi ja kun yläpuolinen vesikatto on korjattu, valumajälkien kohdat kannattaa tarkastaa, ettei piileviä mikrobi-, tai homevaurioita ole ja tämän jälkeen tehdä tarvittavat korjaukset.

Lattiassa olevat kaivot pitää puhdistaa kaikesta eloperäisestä törystä ja tämän jälkeen varmuuden vuoksi puhdistaa esimerkiksi vetyperoksidilla. Jos kaivot jäävät sellaisekseen, niitä ei saisi peittää.

Kaikki ilmastoinnin pääte-elimet olisi hyvä puhdistaa säännöllisesti, ja kanavisto nuohota että sisäilma olisi mahdollisimmat puhdasta ja ilmanvaihto tehokasta. Hyvä nuohousväli tällaisissa tiloissa on 5 vuotta. Ilmanvaihtoon liittyvien isompien puhdistuksien jälkeen, jolloin pääte-eliimiä on jouduttu irroittamaan, tulee ilmamäärät aina mitata, että ne ovat oikealla tasolla.

Toimistokoppeihin kannattaisi tunkkaisuuden poistamiseksi harkita poistoilmakanavan vetämistä, tai villakattojen muuttamista ritiläkatoksi.

Valaisimia ei kannata kaikkia uusia, ellei koko hallia ole tarkoitus uusia täysin. Valaisimien tavoitteellinen käyttöikä on kortin KH 90-40016 mukaan 30 vuotta ja ne ovat pääosin peräisin vuodelta 94, joten niitä kannattaa uusia rikkoontumisten ilmetessä.

3.2.2 WC-tilat, sosiaalitilat ja siivouskomero

Rakennuksessa on miesten ja naisten yleiset WC-tilat, toimisto-osaston miesten ja naisten wc-tilat ja ravintolahenkilökunnan sosiaalitilat jossa on wc- ja suihku.

Nämä kaikki tilat ovat lattioiltaan ja seiniltään laatoitettuja, katto on kipsilevyä.

Tilat on tehty 1994 remontin aikana. Tähän aikaan laatoituksen alla ei todennäköisesti ole nykyaikaista vedeneristystä, sillä nykyiset vedeneristysmääräykset ovat tulleet voimaan 1997. Tällöin laatoitus itsessään on seinissä vettä eristävä kerros ja lattiassa on laatoituksen alla betoninen pintalaatta, joka on erotettu joko muovilla tai bitumivoitelulla. Silloisen ajattelun mukaan pintalaatta on saanut jonkin verran kastua ja kuivaa lattialaattojen saumojen kautta.

Henkilökunnan WC-tilat ovat päällisinpuolin siistissä kunnossa.

Tarkastushetkellä vesijohdoissa ei havaittu vuotoja, kuten ei käsienpesualtaiden viemäriputkissakaan, eikä hanoissa. Laatoitus oli ehjä, joskin lattiassa ovien luona jokunen laatta oli irti ja muutamissa saumoissa oli kalkkihärmää. Laatoitus on tehty muurattuihin seiniin. Jiirisaumoista osa oli kivisaumaa, osa silikonია. Tiloissa ei ole lattiakaivoa, joskin ainoa mahdollisesti ylitulviva vesikaluste on WC-pönttö. Ulos menevien ovien alapuolella on puukynnys, joka estää mahdollisen tulvaveden virtaamisen muihin tiloihin. Tilojen poistoilmastointi oli tehokas. Korvausilman pitäisi tulla oven alapuolelta kynnyksen raosta, joskin katon ja seinän rajassa oli pieniä tummentumia, joten osa korvausilmasta tulee ilmeisesti alaslaskun yläpuolelta.



Kuva 63. Yleiskuva henkilökunnan WC-tilanteisistä



Kuva 64. Yleiskuva WC-tilasta. Nurkassa kalkkihärmää.



Kuva 65.
Kalkkihärmää saumoissa.

Kalkkihärmän nousu saumasta kertoo, että alla oleva laatta kuivuu ja vesi kuljettaa mineraaleja mukanaan. Seinän toisella puolella on ravintolan yksi kylmiökaappi. Kylmiökaappia vasten on siivouskomero.

Siivouskomeron vesijohdot ja pesualtaan hana, sekä viemäriputki olivat kaikki vuodottomia. Kylmiöstä tulee muovinen tippavesiputki siivouskomeron lattiakaivolle. Lattiakaivo oli muovia ja todella törkyinen. Komerossa oli lattiassa matto, joka oli nostettu seinää vasten. Matto on lähtenyt osin irti seinästä ja maton yläpuolella seinässä oli huomattavia kosteuden jälkiä seinässä, joka on

kylmiötä vasten. Joko kylmiön tippavesiputki vuotaa seinän sisään, tai kylmiön seinä kondensoi vettä ympäröiville seinille.



Kuva 66. Siivouskomeron lattiakaivoa ei ole puhdistettu lähiaikoina.



Kuva 67. Seinä kylmiötä vasten on saanut vettä.

Yleisö WC:t ovat päällisin puolin hyvässä kunnossa. Tiloissa oli muoviset lattiakaivot, joita ei ole puhdistettu ihan äskettäin. Vesikalusteissa ja vesijohdoissa ei havaittu vuotoja. Kivisaumat ovat ajan saatossa tummentuneet, mutta pääosin ovat hyväkuntoiset. Silikonisaumat käsienpesualtaiden luona ja lattiasaumoissa kaipaavat ainakin paikkaliua, mutta suositeltavaa olisi uusia ne kokonaan. Myös alareunan laatoituksessa oli ainakin yksi rikkonainen laatta. Tiloista oli tehokas poistoilma ja korvausilma tuli oven kautta. Poistoilmaventtiilit olivat likaisia ja korvausilmaa oli imeytynyt myös katon ja seinän rajasta.



Kuva 68. Hajonnut laatta yleisö WC:ssä



Kuva 69. Lattiakaivot näyttivät tällaiselta

Keittiöhenkilökunnan sosiaali tilojen suihkun ja WC:n kohdalla on laattoja irti lattiasta. Tässä tilassa on suihkun takia huomattava kosteusrasitus, joten alalaatta on voinut kostua, koska vesieristystä ei ole ja laatat ovat siksi irronneet. Vesijohdoissa ja kalusteissa ei havaittu vuotoja. Täälläkin lattiakaivo oli todella likainen.

Kaikki vesijohdot yllämainituissa tiloissa on maalattuja kuparijohtoja. Niille on kortin KH 90-40016 mukaan annettu käyttöiäksi 30 vuotta, joten vesijohtojen uusiminen on edessä 12 vuoden kuluessa. Muovisten lattiakaivojen ja viemärien tavoitteellinen käyttöikä on vähintään 50 vuotta, joten näiden saneeraamiselle ei ole lähiaikoina tarvetta. Lattiakaivoja olisi kuitenkin hyvä puhdistaa siivouksen yhteydessä. Vaikka poistoilmastointi on tehokasta, alkavat lattiakaivot haista. Poistoilmaventtiilejä olisi tällaisista ns. likaisista tiloista puhdistaa aika ajoin.

Kaikki silikonisaumat olisi syytä korjata, tai vaihtaa uusiin. Rikkinäiset laatat tulee vaihtaa, laatoitus muuten kestää vielä vuosia. Maalatut levykatot, sekä katon ja seinän sauma tulee paikkamaalata/kitata. Tällasiten tilojen kattojen maalauksen ikä on 10 vuotta, mikä on ylitetty huomattavasti. Toimenpiteellä myös saadaan estettyä korvausilman tuleminen alaslasketun katon yläpuolelta.

Keittiöhenkilökunnan WC-tilojen lattiasta kannattaa tehdä kosteusmittaukset, joilla varmistutaan, onko lattia kastunut. Mikäli lattia on märkä, se kannattaa avata kokonaan ja tehdä uusiksi. Koska tilassa on suihku, olisi syytä miettiä mutuenkin tilan uusimista, sillä nykyaikaista vedeneristystä ei ole ja kosteusrasitusta kuitenkin on.

Siivouskomeron seinän ja toisen henkilökunnan WC:n kosteuslähde kannattaa selvittää ja tehdä korjaavat toimenpiteet sen mukaan.

3.2.3 Keittiö

Ravintola Puukellon käytössä oleva suurtalouskeittiö on peräisin vuodelta 1994. Keittiön lattiat on muovimattoja, seinät keraamista laattaa ja alaslaskettu katto alumiinisälehtiä. Tilassa ei ole nykyaikaista vedeneristystä, vaikka kosteusrasitus on huomattavaa. Kalusteet ovat ruostumatonta terästä.



Kuva 70. Yleiskuva keittiöstä

Keittiön lattiamatossa on reikiä ja saumat ovat halkeilleet. Se on saumoista irti ja samoin lattiakaivon ympäriltä. Kun mattoa painoi kädellä, vesi tursui saumasta ulos. Mattojen ylösnostot ovat irronneet kylmiöiden sisäpuolelta. Myöskin tilan ovet ovat alareunoistaan saaneet vettä melko paljon.



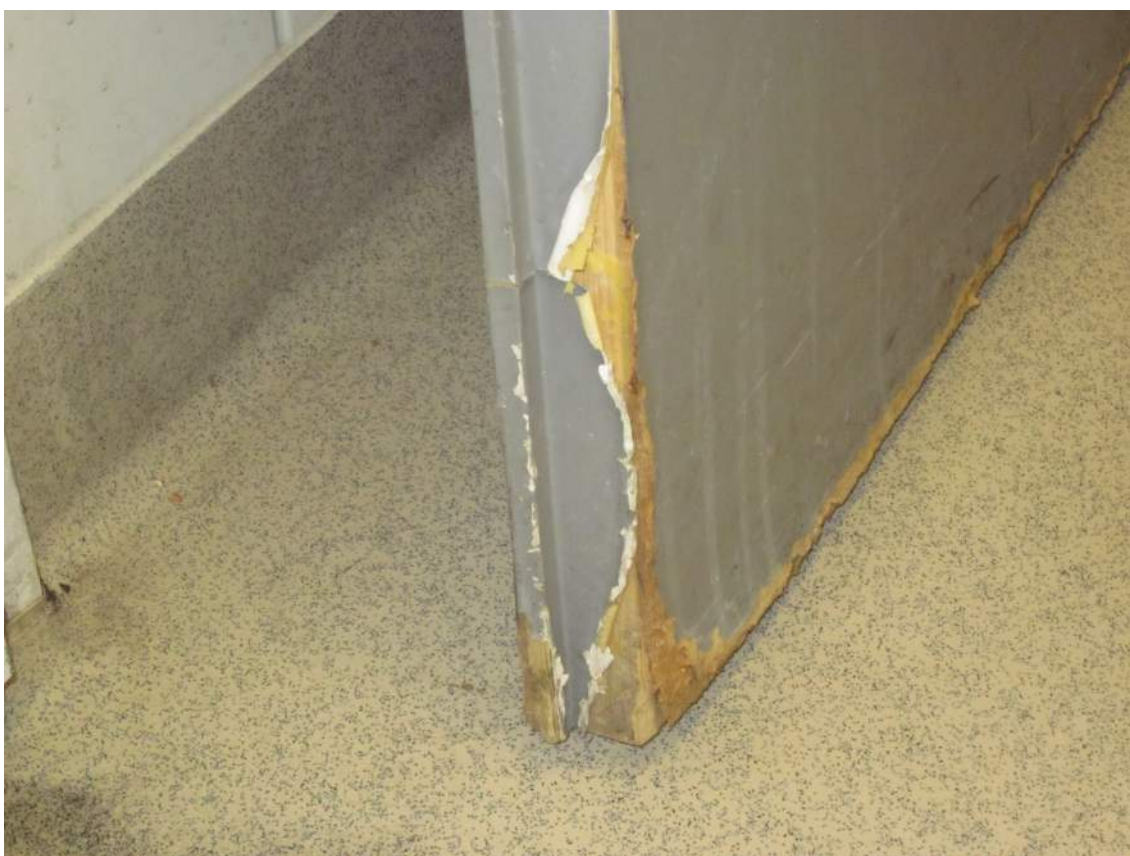
Kuva 71. Maton sauma auki ja matto irti.



Kuva 72. Kylmiön lattiassa maton ylösnosto irti seinästä



Kuva 73. Ovi ravintolasalin puolelle. Oven alaeunat aivan höttöä ja ei minkäänlaista kynnystä, joka estäisi veden menemisen ravintolasalin puolelle.



Kuva 74. Oven alareuna

Keittiökoneiden ja tasojen jaloistakin on tullut jälkiä lattiamattoon useassa kohdassa. Keittiössä oli sekä muovista lattiakaivoa, että yksi sihvilällinen rosterikaivo. Tavallisista muovikaivoista on kiristysrenkaat irronneet ja kosteus on siten päässyt maton alle ja irroittanut sen. Lisäksi muovikaivo oli sellaisella alueella, että lattiiaa pestessä ruuan tähteitä pääsi sinne ja se on kertoman mukaan tukkeutunu usein.



Kuva 75. Keittiön muovikaivo.

Laattaseinissä on vanhoja roppuja, joiden reikiä ei ole tukittu. Esipesusuihkun kohdalla laattasaumat ovat pahoin tummentuneet ja laatat ovat irti. Kosteutta on päässyt seinään ainakin tällä kohdalla. Muualla laatat olivat pääsääntöisesti kiinni, mutta haljenneita laattoja löytyi.

Osa keittiökoneista tarvitsee käyttövetä, joka on viety koneen äärelle hanaan kuparisella vesijohdolla. Hanoista lähti edelleen koneelle punosletku. Kertoman mukaan hanat olivat jatkuvasti auki. Punosletku ei ole tarkoitettu kestäämään täyttä painetta jatkuvasti, vaan vesi tulisi sulkea aina kun koneen käyttö lopetetaan. Tällöin ei ole riskiä, että letku pettää yöaikaan ja syntyy vesivahinkoa.

Keittiö on kauttaaltaan niin huonossa kunnossa, että sen toiminta tulisi pikimmiten lakkauttaa ja tilat saattaa asialliseen kuntoon.

Lattiamatto on alunperin laitettu keittiöön 1994. Kortin KH 90-40016 mukaan kostean tilan muovimaton tavoitteellinen käyttöikä on 15 vuotta, ja saumojen korjaukset ja ylösnostojen liimaukset tulisi tarkistaa 5 vuoden välein. Tämä ikä on kuitenkin huomattavasti ohitettu ja aiemmat paikkuut mattosaumoille on tehty keittiön ollessa toiminnassa, joten maton alusta on ollut märkä. Siten saumat eivät ole kestäneet. Tämän vuoksi matto on poistettava kokonaan ja lattia kuivattava ja matotettava uudelleen. Samalla on suositeltavaa piikata muoviset lattiakaivot irti ja vaihtaa tilalle ruostumattomasta teräksestä valmistetut siivilälliset kaivot, ettei ruuantähteet pääse tukkimaan putkistoa. Ravintolasaliin ja käytävään johtaviin käytäviin tulisi laittaa vähintään 15mm korkea luiskakynnys, joka estää vesien menon keittiön ulkopuolelle, mutta sallii ruokakärryjen työntämisen.

Seinälaatoitus on irroitettava ainakin esipesusuihkun alueelta ja kuivattava ja tämän jälkeen laatoitettava uudelleen. Koska lattialle joudutaan muuten tekemään iso remontti, samassa yhteydessä olisi parasta laatoittaa kaikki seinät uusiksi ja vedeneristys voitaisiin tehdä nykyohjeiden mukaiseksi. Mikäli vaan yksi seinä korjataan, on muilta seinäiltä irrotettava muoviroput ja reiät paikattava silikonilla. Esipesusuihkun kohdalle olisi hyvä laittaa laatoituksen päälle ruostumattomasta teräksestä tehty roiskepelti.

Keittiössä on erikseen rasvaisen ilman ja höyryn poistava poistoilmakruunu. Kuitenkin myös tavalliseen ilmastointiin kohdistuu tällaisessa tilassa suuri rasitus, joten kanavisto näiltä alueilta tulisi nuohota noin vuoden välein. Että rasvainen ja höyryinen jäteilma saataisiin kruunun kautta tehokkaasti pois, myös nämä kanavat tulisi puhdistaa samaan aikaan. Lisäksi pääte-elimet ja itse kruunu olisi puhdistettava tätäkin useammin.

3.2.4 Ilmakonehuone, lämmönjakohuone, sähköpääkeskus ja laitetila, sekä muut tilat

Tässä osiossa ei oteta tilojen taloteknillisiin toimintoihin kantaa. Lähinnä käsitellään tilojen kuntoa ja rakennusteknillistä toimivuutta.

Ilmakonehuone sijaitsee katolla. Huone oli siistissä kunnossa sisältäpäin. Lattiassa on muovimatto ja kaikki ylösnostot on tehty asiallisesti. Kaatoja ainoalle muovikaivolle ei juurikaan ole. Kaivon kiristysrengas on irti, mutta matto on kiinni. Kaivossa oli kuivaa pölyä, joten vettä ei huoneessa ole ollut. Kanavistossa ei ollut palopeltejä. Ilmakonehuone on rakennettu vuonna 1994 ja sen rakenne on selostettu rakennetapaselostuksessa 1994 vuoden rakennuslupahakemuksessa. Ilmakoneissa on lämmöntalteenottojärjestelmä.



Kuva 76. Yleiskuva ilmakonehuoneesta

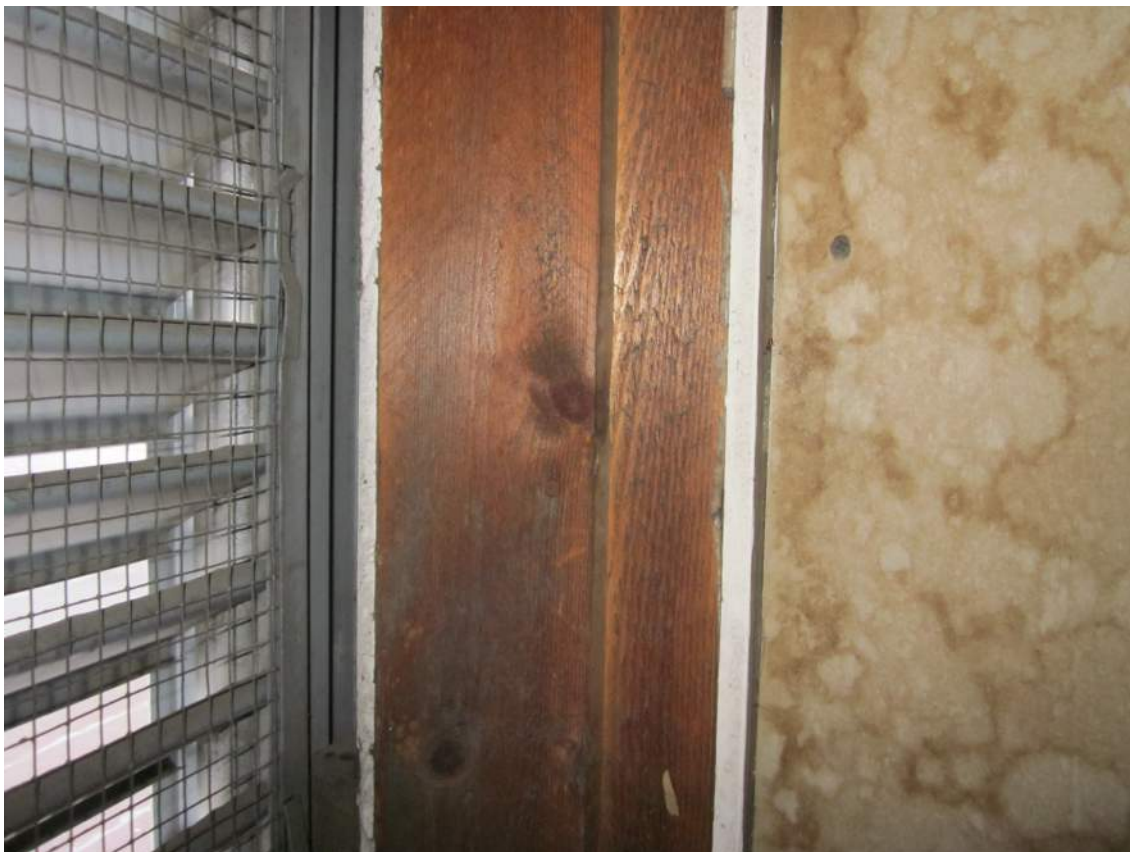
Ilmakonehuoneen raitisilmakammiossa ei ole lattiakaivoa. Lattiassa on kaadot ulospäin ja kummassakin ulkonurkassa on ainoastaan pienet reiät, joissa on sulatuskaapeli. Mikäli kammioon tulee vettä, sen kuuluisi poistua tätä reittiä, mikä on kyseenalaista



Kuva 77. Toinen vedenpoistoreitti.



Kuva 78. Toinen vedenpoistoreitti. Reikä on jo täynnä roskaa valumavesistä.



Kuva 79. Ilmakonehuoneen seinärakenne. Höyrynsulku ei todennäköisesti ole yhtenäinen. Seinärakenne ulkoa sisälle: Peltikasetti, koolaus, tuulensuojalevy, 50x150 runko+villa, höyrynsulku, masterlevy 12mm.

Lämmönjakohuoneessa oli todella paljon ylimääräistä tavaraa. Huoneen tutkiminen oli siten hankalaa, koska se oli aivan täynnä. Vanhat käytöstä poistetut öljykattilat olivat kaikkine tekniikkoineen paikoillaan. Sähkökynällä kokeillen piuhat olivat pääsääntöisesti kylmänä. Mikäli näitä aiotaan purkaa, tulee muistaa että kattiloiden luukkujen tiivisteet ja eristeet pitävät sisällään asbestia. Huoneesta on joskus purettu jakava tiiliseinä, mutta ylimmät tiilivarvit ovat edelleen katossa. Lisäksi vanhoja läpivientejä on tukkimatta, vaikka huoneen tulisi olla palo-osastoitu. Lattiassa oli jälkiä, että huoneessa on joskus ollut vettä.

Talo on nykyisin kaukolämmössä. Kerrotun perusteella kaukolämpövaihdin on viereisessä korjaamorakennuksessa. Tämä tulee huomioida suunnitelmissa, mikäli tontille tehdään muutoksia muihin rakennuksiin.



Kuva 80. Lämmönjakuhuone on täynnä romua.



Kuva 81. Jälkiä kosteudesta lattiassa



Kuva 82. Reunassa entisiä sähköputkia. Ei ole tukittu.



Kuva 83. Entisessä öljypolttimessa on luukun tiivisteissä ja eristeissä asbestia



Kuva 84. Tiiliseinän ylävarvit ovat katossa edelleen.



Kuva 85. Ei palokatkoja.

Lämmönjakuhuone tulisi ensitilassa raivata kaikesta ylimääräisestä rojusta. Katossa olevat tiilivarvit voivat pudota alas ihmisten päälle, joten ne tulisi poistaa. Mikäli öljylämmitysjärjestelmää aiotaan purkaa, täytyy muistaa asbesti luukkujen tiivisteissä ja eristeissä. Palo-osastoinnit tulee tehdä asiallisiksi. Käytöstä poistettu tekniikka olisi aina syytä purkaa, kun tekniikkaa ei enää käyteä.

Sähköpääkeskus oli myöskin täynnä tavaraa ja hyllyillä oli kaapeleita, jotka on poistettu käytöstä. Huone oli todella pölyinen. Läpivientien tilkitseminen on jäänyt tekemättä.



Kuva 86. Yleiskuva sähköpääkeskuksesta

Huone tulisi raivata ja imuroida. Läpiviennit tulisi tilkitä asiallisesti, vaikka huone ei ole erillinen palo-osasto.

Laitetilasta ei ole erillistä kuvaa. Laitetila oli tehty varaston päätyyn ja piuhat risteili vähän miten sattuu ja tilaa on kovin vähän. Mikäli kiinteistöön on tulossa isoja muutoksia on laitetilan toimivuutta mietittävä ja tehtävä suunnitelmia esimerkiksi kokonaan erillisestä tilasta.

Paloilmoitinkeskus on takakäytävällä ja rakennuksessa on alkusammutuskalustoa, kuten käsisammuttimia ja pikapaloposteja. Rakennuksessa ei ole ilmanvaihtokoneessa palopeltejä, palo-osastointia ei ole kun lämmönjakohuoneen ja muun rakennuksen välillä, eikä rakennusta ole varustettu erillisellä palonsammutusjärjestelmällä. Mikäli rakennukseen tehdään isoja luvanvaraisia muutoksia, on palo-osastointi mietittävä uudestaan kasvavan pinta-alan ja käyttötarkoituksen mukaan. Tarvittavat sovellustiedot löytyy RakMk:n osiosta E1 ja E2.



Kuva 87. Paloilmoitinkeskus.

3.3 Ensitilassa suositeltavat toimenpiteet

Keittiö tulee korjata täysin

Kierreportaat varustaa siten, että kuka tahansa ei pääse katolle

Sokkelin korjaus sisä ja ulkopuolelta

Suihkuhuoneen mahdollinen kosteusvaurio

Siivouskomeron kosteusvaurio

Palkkien kiepahduksen mittaus, painumaseuranta ja lujuuslaskelmat

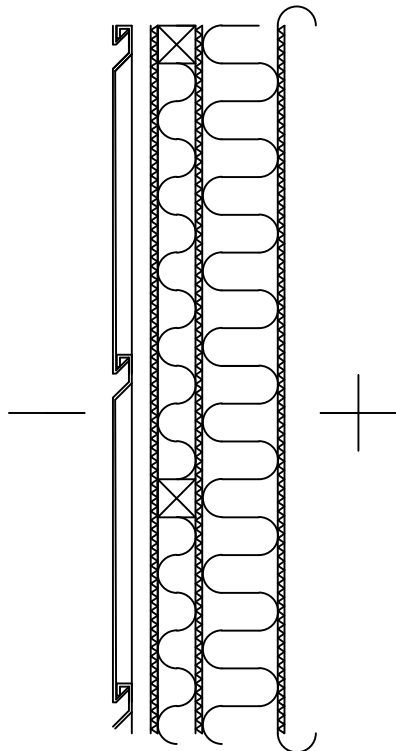
Detailipiirustusnippu

A 17.10.2013 Opinnäytetyötä varten

K. Osa: 8	Kortteli/Tila: 828	Tontti: 7	
KORJAUSRAKENNUS/MUUTOSTYÖ			RAKENNEPIIRUSTUS
MONIMERKKI MYYMÄLÄ/BMW HALLI			Detailipiirustukset 1:10
Veljekset Laakkonen Oy Voimatie 4, Joensuu			
Teemu Rautiainen RI opiskelija (AMK) Pengerkatu 5 B 14 80200 Joensuu			RAK 100 A

US1

Ikkunoiden yläpuolinen seinärakenne,
BMW. Lisälämmöneristetty ja tiivistetty.

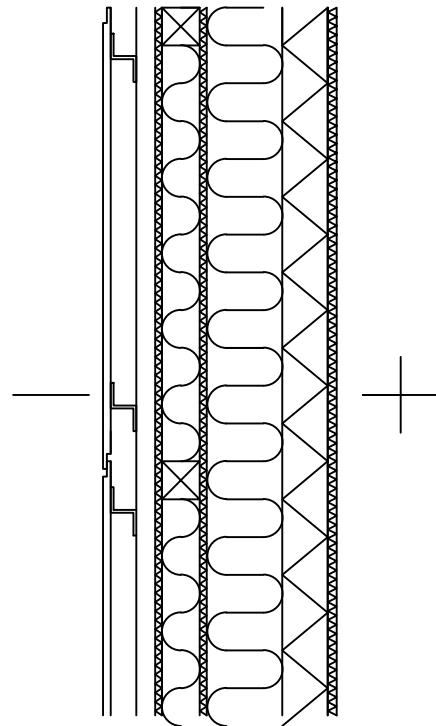


Vanha rakenne, 281m2:

+
Asbestisementtilevy 9mm, 0,25 W/(mK)
Höyrynsulkumuovi, limitetty
50x100 Puurunko, pysty k600, 0,12 W/(mK) +
mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Asbestisementtilevy 9mm, rei'itetty, 0,25 W/(mK)
50x50 Puurunko, vaaka k600, 0,12 W/(mK)
+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)

Hattuorsi 25mm
Peltikasetti
-

U=0,255W/m2K



Uusi rakenne, 102m2:

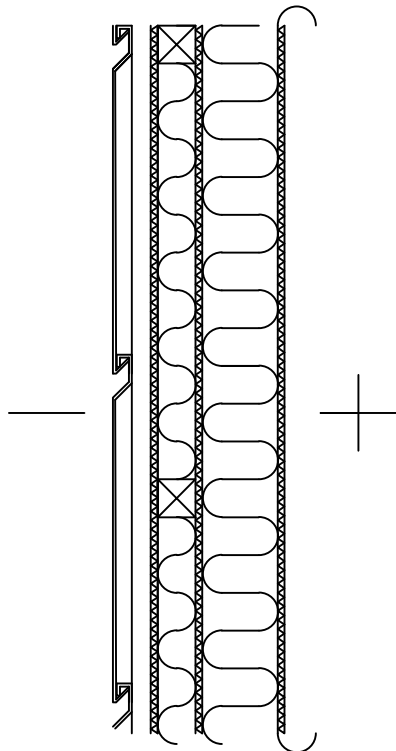
+
SPU-Anselmi, pontattu,
-13mm kipsilevy, 0,21 W/(mK)
-60mm uretaanilevy, 0,023 W/(mK)
-Tiivistetty uretaanivaahdolla
50x100 Puurunko, pysty k600, 0,12
W/(mK) + mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Asbestisementtilevy 9mm, rei'itetty, 0,25
W/(mK)
50x50 Puurunko, vaaka k600, 0,12
W/(mK)
+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)

Hattuorsi 25mm
Z-orsi 34mm
Composer kasetti
-

U=0,153W/m2K

US2

Ikkunoiden yläpuolinen seinärakenne,
Monimerkki. Lisälämmöneristetty ja
tiivistetty.



Vanha rakenne, 281m2:

+

Asbestisementtilevy 9mm, 0,25 W/(mK)

Höyrynsulkumuovi, limitetty

50x100 Puurunko, pysty k600, 0,12 W/(mK) +
mineraalivilla, 0,037 W/(mK)

Asbestisementtilevy 9mm, rei'itetty, 0,25 W/(mK)

50x50 Puurunko, vaaka k600, 0,12 W/(mK)

+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)

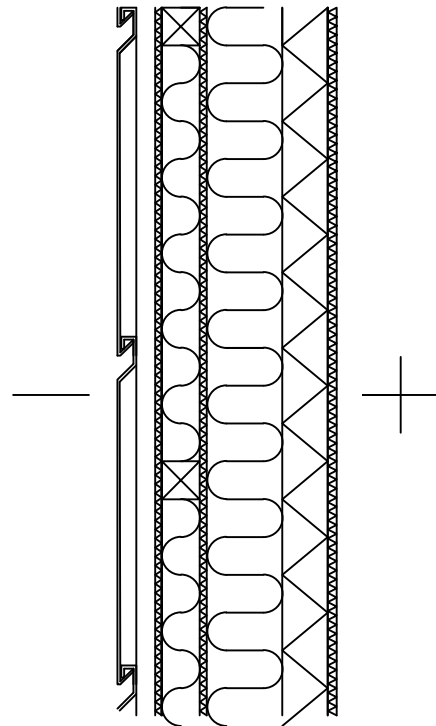
Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)

Hattuorsi 25mm

Peltikasetti

-

$U=0,255\text{W/m}^2\text{K}$



Uusi rakenne, 193m2:

+

SPU-Anselmi, pontattu,

-13mm kipsilevy, 0,21 W/(mK)

-60mm uretaanilevy, 0,023 W/(mK)

-Tiivistetty uretaanivaahdolla

50x100 Puurunko, pysty k600, 0,12

W/(mK) + mineraalivilla, 0,037 W/(mK)

Asbestisementtilevy 9mm, rei'itetty, 0,25

W/(mK)

50x50 Puurunko, vaaka k600, 0,12

W/(mK)

+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)

Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)

Hattuorsi 25mm

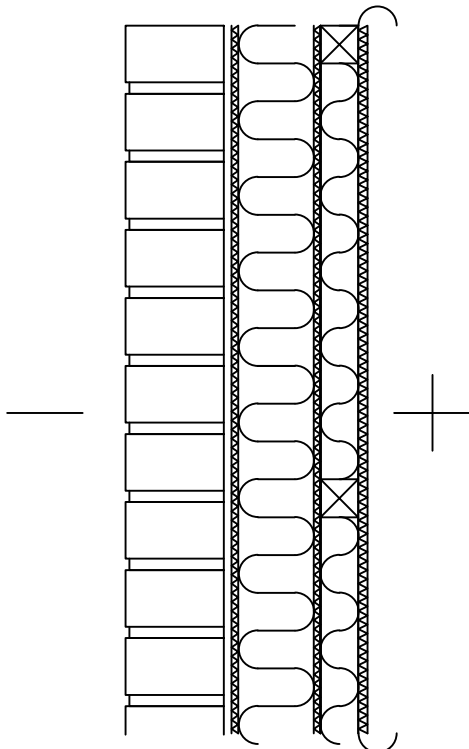
Peltikasetti

-

$U=0,153\text{W/m}^2\text{K}$

US3

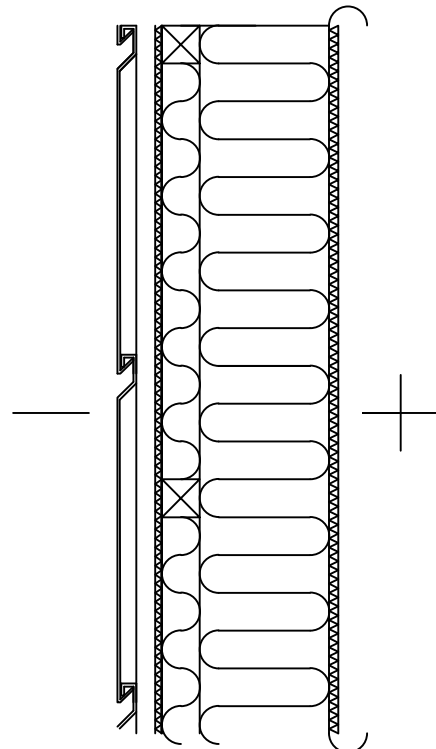
Umpiseinien rakenne, Monimerkki.
Lisälämmöneristetty ja tiivistetty.



Vanha rakenne, 93m2:

+
Kipsilevy 13mm, 0,25 W/(mK)
Höyrynsulkumuovi, limitetty
50x50 Puurunko, vaaka k600, 0,12 W/(mK) +
mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Asbestisementtilevy 9mm, rei'itetty, 0,25 W/(mK)
50x100 Puurunko, pysty k600, 0,12 W/(mK)
+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)
130mm Kahi-tiili, 0,7 W/(mK)
-

U=0,249W/m2K



Uusi rakenne, 56m2:

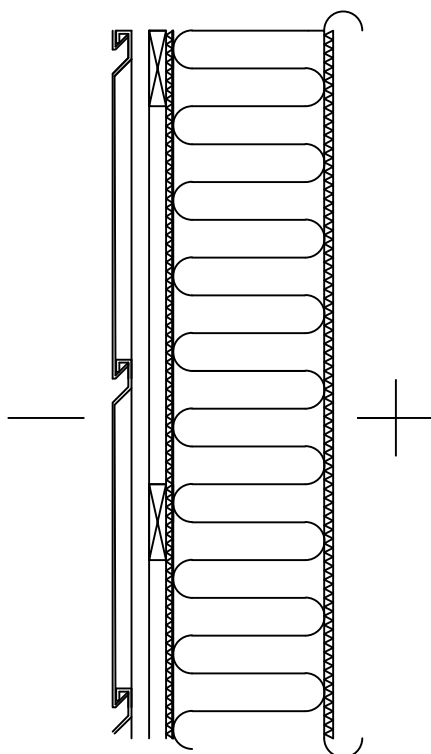
+
EK-kipsilevy, 13mm, 0,25 W/(mK)
Höyrynsulkumuovi, limitetty ja teipattu,
liimattu+teipattu uretaanieristeisiin
48x173 Puurunko, pysty k600, 0,12
W/(mK) + mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
48x48 Puurunko, vaaka k600, 0,12
W/(mK)
+ mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
Kipsilevy 9mm, 0,21 W/(mK)
-

Hattuorsi 25mm

Peltikasetti

-

U=0,180W/m2K



Uusi rakenne, 122m2:

+

Kipsilevy 13mm, 0,21 W/(mK)

Höyrynsulkumuovi, limitetty

50x200 Puurunko, pysty k600, 0,12

W/(mK) + mineraalivilla, 0,037 W/(mK)

Kipsilevy 13mm, 0,21 W/(mK)

Vaakalaudoitus 25x100

Hattuorsi 25mm

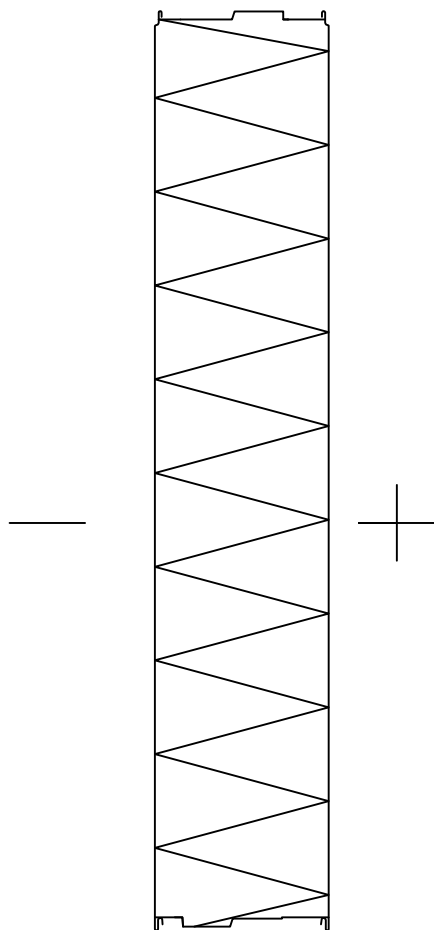
Peltikasetti

-

$U=0,203\text{W/m}^2\text{K}$

US5

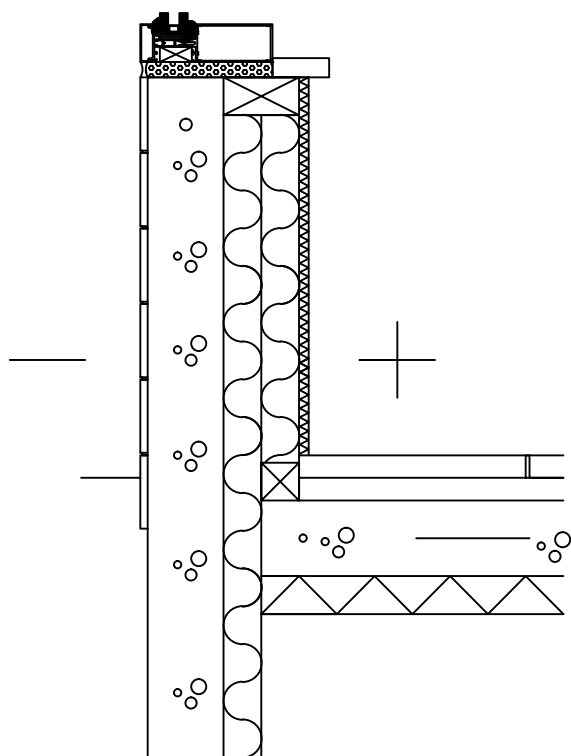
Laajennuksen pelti-villa-pelti
sandwich-paneeli, Ruukki SPA 230



Laajennuksen sandwich-paneeli, Ruukki SPA
230, 190m²:

+
Pelti
Mineraalivilla
Pelti
-

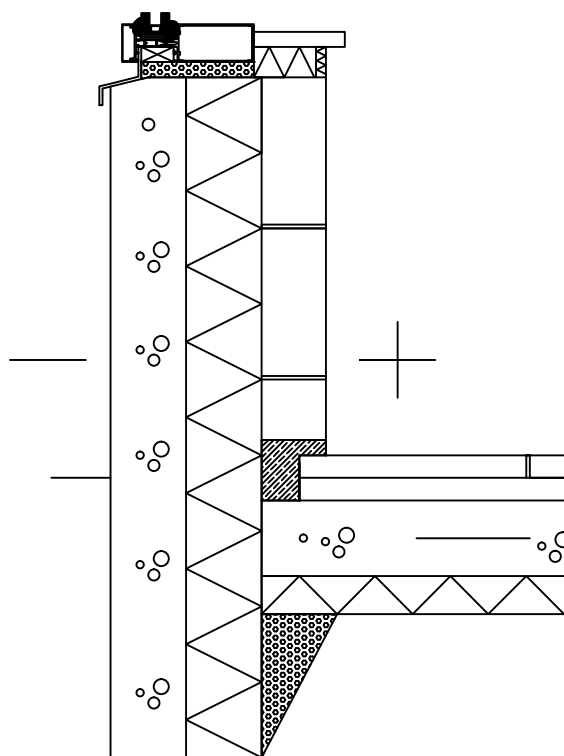
U=0,16 W/m²K



Vanha rakenne, 125m²:

+
Kipsilevy 13mm, 0,25 W/(mK)
Höyrynsulkumuovi, huonosti limitetty
50x50 Puurunko, vaaka k600, 012 W/(mK) +
mineraalivilla, 0,037 W/(mK)
50mm Kova mineraalivilla 0,037 W/(mK)
100mm Teräsbetonisokkeli, raskaasti raudoitettu
2,5 W/(mK)
10mm Klinkkerilaatta 2,5 W/(mK)
-

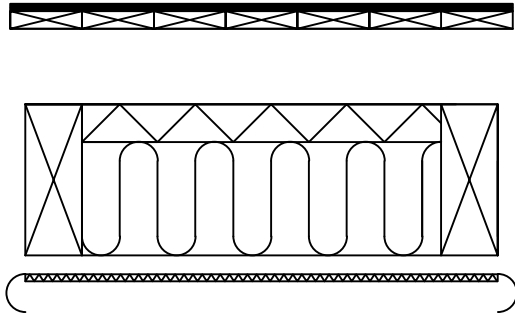
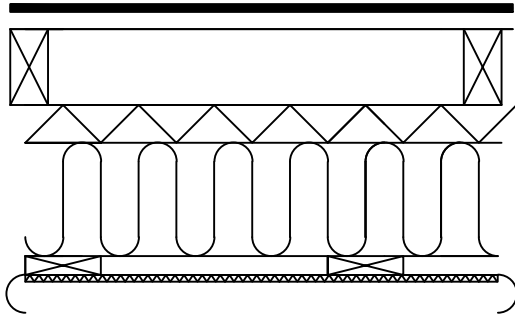
U=0,364 W/m²K



Uusi rakenne, 57m²:

+
85mm Kahi-harkko 0,7 W/(mK)
100mm EPS 300 Routa, 0,033 W/(mK)
100mm Teräsbetonisokkeli, kevyesti raudoitettu
2,3 W/(mK)
-

U=0,297 W/m²K



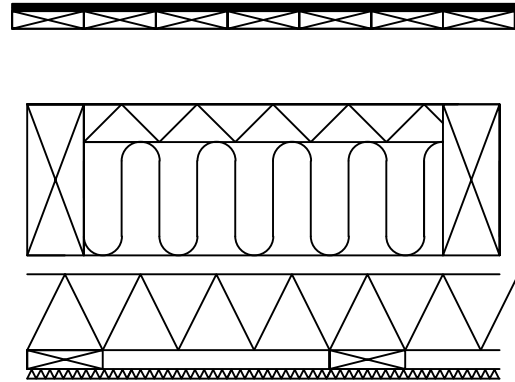
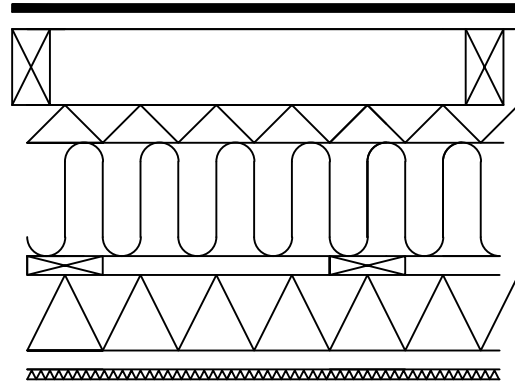
Vanha rakenne, 3399m²:

+
Asbestisementtilevy 9mm, 0,25 W/(mK)
Höyrynsulkumuovi, limitetty
25x100 Lautakoolaus, k400
75x200 Puurunko, k550, 0,12 W/(mK) + 150mm
mineraalivilla, 0,037 W/(mK) + 50mm
tuulensuojavilla, 0,037 W/(mK)

50x100 koolaus, k600
23x95 Raakaponttilaudoitus
Bitumikermi

-

U=0,203W/m²K



Uusi rakenne, 3399m²:

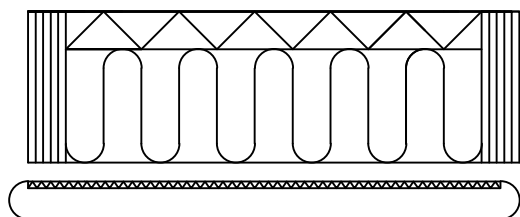
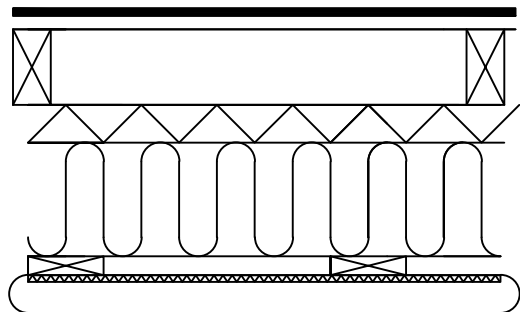
+
Kipsilevy 13mm, 0,21 W/(mK)
25x100 Lautakoolaus, k400
100mm FINNFOAM 200kPa, 0,035
W/(mK), saumat vaahdotettu ja teipattu
25x100 Lautakoolaus
75x200 Puurunko, k550, 0,12 W/(mK) +
150mm mineraalivilla, 0,037 W/(mK) +
50mm tuulensuojavilla, 0,037 W/(mK)

50x100 koolaus, k600
23x95 Raakaponttilaudoitus
Bitumikermi

-

U=0,137W/m²K

YP2



Rakenne, 92m²:

+

Kipsilevy 13mm, 0,21 W/(mK)

Höyrynsulkumuovi, limitetty

25x100 Lautakoolaus, k400

50x200 Kertopuurunko, k600, 0,12 W/(mK) +

150mm mineraalivilla, 0,037 W/(mK) + 50mm

tuulensuojavilla, 0,037 W/(mK)

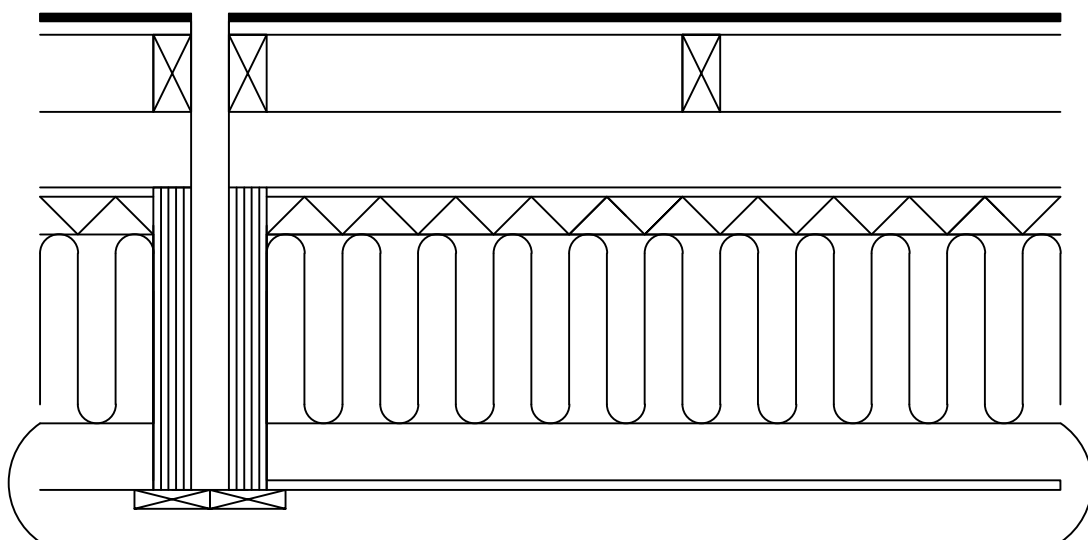
50x100 koolaus, k600

18mm vaneri

Bitumikermi

-

U=0,205W/m²K



Rakenne, 285m2:

Eridomic-kattoelementti

$U=0,09W/m^2K$

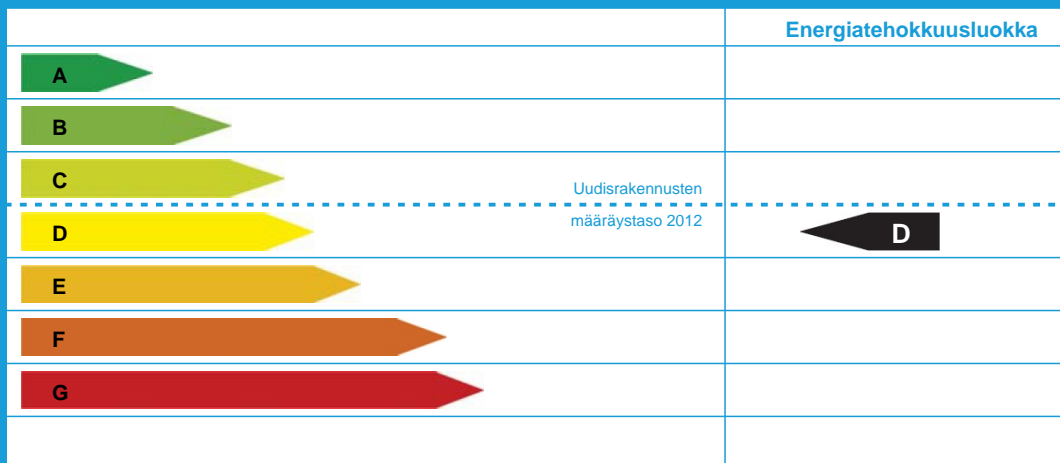
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Monimerkkimyymälä
Voimatie 4-6
80100**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **1995**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Myymälähallit**

Todistustunnus: **Todistus 1**



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) **256**
kWh_E/m²vuosi

Todistuksen laatija:
Teemu Rautiainen

Yritys:
**Autokiinteistöt Laakkonen Oy
Kosti Aaltosentie 9
80141 Joensuu**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
01.05.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
01.05.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m² 3600
Lämmitysjärjestelmän kuvaus Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (2 kpl)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	374040	104	1.70	176.6
Kaukolämpö	404208	112	0.70	78.6
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	292824	81.3		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				256

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Liikerakennukset
Luokkien rajat asteikolla

A: ...90	B: 91 ... 170	C: 171 ... 240
D: 241 ... 280	E: 281 ... 340	F: 341 ... 390
G: 391 ...		
D		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIA TEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksien on esitettävä yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Myymälähallit (Liikerakennukset)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	1995	Lämmitetty nettoala	3600	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	621.00	0.27	165.19	4.29
Yläpohja	3491.00	0.20	708.86	18.39
Alapohja	3693.60	0.44	1617.21	41.96
Ikkunat	536.00	2.10	1125.60	29.21
Ulko-ovet	69.00	1.40	96.60	2.51
Kylmäsiilat	-	-	140.64	3.65
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo -	
Pohjoinen	92.40	2.10	0.75	
Itä	58.32	2.10	0.75	
Etelä	92.40	2.10	0.75	
Länsi	264.88	2.10	0.75	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	28.00	2.10	0.56	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (2 kpl)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	4.108 / 4.108	2.0	>45	5.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	4.108 / 4.108	2.0	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 45 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde -	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.97	80 %		2.57
LKV:n valmistus	0.97	87 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	68.00	4		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	100 %	2.00	1.00	
Valaistus	100 %			19.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi 1995
Lämmitetty nettoala, m² 3600
E-luku, kWhE/(m²vuosi) 256

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	374040	1.70	635868	176.6
Kaukolämpö	404208	0.70	282946	78.6
YHTEENSÄ	778248		918814	255.2

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.6	31.8	
Tuloilman lämmitys		72.8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		6.5	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	20.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.3		
YHTEENSÄ	103.9	111.1	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	91606	25
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	254242	71
Lämpimän käyttöveden valmistus	14400	4
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	150172	41.71
Ihmiset	29283	8.13
Kuluttajalaitteet	14642	4.07
Valaistus	278193	77.28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	3392	0.94

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.3 (13.12.2014)

TOTEUTUNUT ENERGIAANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 3600 m²

Ostettu energia	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

Ostetut polttoaineet (1)	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnos- kerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä Kaukolämpö yhteensä Polttoaineet yhteensä Kaukojäähdytys YHTEENSÄ	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
---	-----------	---------------

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN
PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

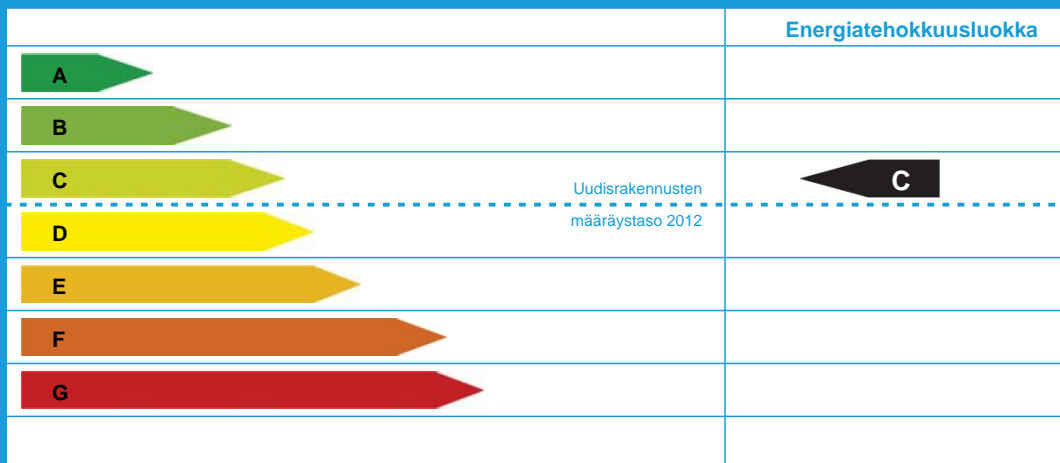
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Monimerkkimyymälä
Voimatie 4-6
80100**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **2014**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Myymälähallit**

Todistustunnus: **Todistus 2**



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku) **231**
kWh/m²vuosi

Todistuksen laatija:
Teemu Rautiainen

Yritys:
**Autokiinteistöt Laakkonen Oy
Kosti Aaltosentie 9
80141 Joensuu**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
31.12.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
31.12.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m² 4175
Lämmitysjärjestelmän kuvaus Maalämpöpumppu / Maalämpöpumppu
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	523378	125	1.70	213.1
Kaukolämpö	105628	25	0.70	17.7
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	339595	81.3		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				231

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Liikerakennukset

Luokkien rajat asteikolla

A: ...90 B: 91 ... 170 C: 171 ... 240
D: 241 ... 280 E: 281 ... 340 F: 341 ... 390
G: 391 ...

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIAATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksien on esitettävä yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Myymälähallit (Liikerakennukset)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2014	Lämmitetty nettoala	4175	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	1.00	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	725.00	0.18	128.33	4.12
Yläpohja	3776.00	0.14	510.17	16.39
Alapohja	3867.00	0.41	1591.69	51.15
Ikkunat	446.00	1.57	698.90	22.46
Ulko-ovet	68.00	1.00	68.00	2.19
Kylmäsiilat	-	-	114.96	3.69
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo -	
Pohjoinen	73.70	1.00	0.75	
Itä	56.00	1.00	0.75	
Etelä	74.20	2.10	0.75	
Länsi	214.10	1.80	0.75	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	28.00	1.00	0.56	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	4.764 / 4.764	2.0	>45	5.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	4.764 / 4.764	2.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 45 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu / Maalämpöpumppu			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde -	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	2.70	2.52
LKV:n valmistus		87 %	2.30	0.02
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	68.00	4		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	100 %	2.00	1.00	
Valaistus	100 %			19.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi 2014
Lämmitetty nettoala, m² 4175
E-luku, kWh/(m²vuosi) 231

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	523378	1.70	889743	213.1
Kaukolämpö	105628	0.70	73939	17.7
YHTEENSÄ	629006		963682	230.8

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Maalämpö	149423	35.79

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	5.2	
Tuloilman lämmitys		40.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.0	6.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	20.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.3		
YHTEENSÄ	103.9	51.4	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	15727	4
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	294850	71
Lämpimän käyttöveden valmistus	16700	4
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	125459	30.05
Ihmiset	33961	8.13
Kuluttajalaitteet	16980	4.07
Valaistus	322626	77.28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	2945	0.71

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.3 (13.12.2014)

TOTEUTUNUT ENERGIAANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala 4175 m²

Ostettu energia	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

Ostetut polttoaineet (1)	polttoaineen määrä vuodessa	yksikkö	muunnos- kerroin kWh:ksi	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä Kaukolämpö yhteensä Polttoaineet yhteensä Kaukojäähdytys YHTEENSÄ	kWh/vuosi	kWh/(m²vuosi)
---	-----------	---------------

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

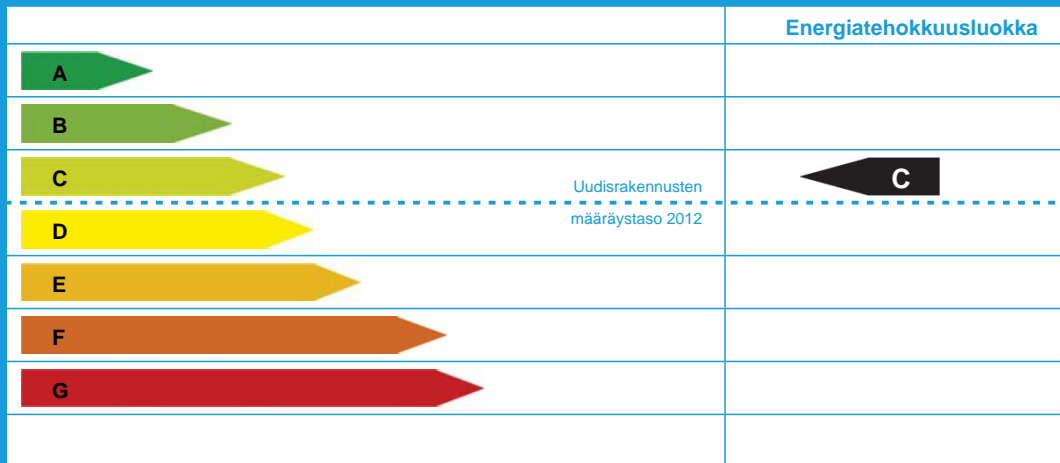
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Monimerkkimyymälä
Voimatie 4-6
80100**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **2014**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Myymälähallit**

Todistustunnus: **Todistus 3**



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

237

kWh/m²vuosi

Todistuksen laatija:
Teemu Rautiainen

Yritys:
**Autokiinteistöt Laakkonen Oy
Kosti Aaltosentie 9
80141 Joensuu**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
31.12.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
31.12.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m²	4175
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m² vuosi)		
Sähkö	433783	104	1.70	176.6
Kaukolämpö	357756	86	0.70	60.0
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	339595	81.3		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				237

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Liikerakennukset
Luokkien rajat asteikolla

A: ...90	B: 91 ... 170	C: 171 ... 240
D: 241 ... 280	E: 281 ... 340	F: 341 ... 390
G: 391 ...		
C		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIAATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka

Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi

2014

Lämmitetty nettoala

4175

m²

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q50

1.00

m³/(h m²)

A

m²

U

W/(m²K)

UxA

W/K

Osuus lämpöhäviöstä

%

Ulkoseinät

725.00

0.18

128.33

4.12

Yläpohja

3776.00

0.14

510.17

16.39

Alapohja

3867.00

0.41

1591.69

51.15

Ikkunat

446.00

1.57

698.90

22.46

Ulko-ovet

68.00

1.00

68.00

2.19

Kylmäsiilat

-

-

114.96

3.69

Ikkunat ilmansuunnittain

A

m²

U

W/(m²K)

g kohtisuora-arvo

-

Pohjoinen

73.70

1.00

0.75

Itä

56.00

1.00

0.75

Etelä

74.20

2.10

0.75

Länsi

214.10

1.80

0.75

Vaakataso

-

-

-

Vaakataso (kattokupu)

28.00

1.00

0.56

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:

IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)

Ilmavirta tulo/poisto

(m³/s) / (m³/s)

Järjestelmän SFP-luku

kW/(m³/s)

LTO:n lämpötilasuhde

-

Jäätymisenesto

C

Pääilmanvaihtokoneet

4.764 / 4.764

2.0

>45

5.00

Erillispoistot

-

-

-

-

Ilmanvaihtojärjestelmä

4.764 / 4.764

2.0

-

-

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:

45 %

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto

Tuoton hyötysuhde

-

Jaon ja luovutuk-sen hyötysuhde

-

Lämpö-kerroin (1)

-

Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)

kWh/(m²vuosi)

Tilojen ja iv:n lämmitys

0.97

80 %

-

2.57

LKV:n valmistus

0.97

87 %

-

0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

Varaava tulisija

Määrä

Tuotto

Ilmalämpöpumppu

kpl

kWh

Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin

-

Jäähdytysjärjestelmä

-

Lämmin käyttövesi

Ominaiskulutus

dm³/(m²vuosi)

Lämmitysenergian nettotarve

kWh/(m²vuosi)

Lämmin käyttövesi

68.00

4

Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla

Käyttöaste

-

Henkilöt

W/m²

Kuluttajalaitteet

W/m²

Valaistus

W/m²

Henkilöt ja kuluttajalaitteet

100 %

2.00

1.00

-

Valaistus

100 %

-

-

19.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi 2014
Lämmitetty nettoala, m² 4175
E-luku, kWhE/(m²vuosi) 237 (< raja=240)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	433783	1.70	737430	176.6
Kaukolämpö	357756	0.70	250429	60.0
YHTEENSÄ	791538		987859	236.6

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.6	6.6	
Tuloilman lämmitys		72.8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		5.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	20.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.3		
YHTEENSÄ	103.9	85.3	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	20375	5
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	294850	71
Lämpimän käyttöveden valmistus	16700	4
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	125459	30.05
Ihmiset	33961	8.13
Kuluttajalaitteet	16980	4.07
Valaistus	322626	77.28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	2745	0.66

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.3 (13.12.2014)

TOTEUTUNUT ENERGIAANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen
määrä
vuodessa

yksikkö

muunnos-
kerroin
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä
Kaukolämpö yhteensä
Polttoaineet yhteensä
Kaukojäähdytys
YHTEENSÄ

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

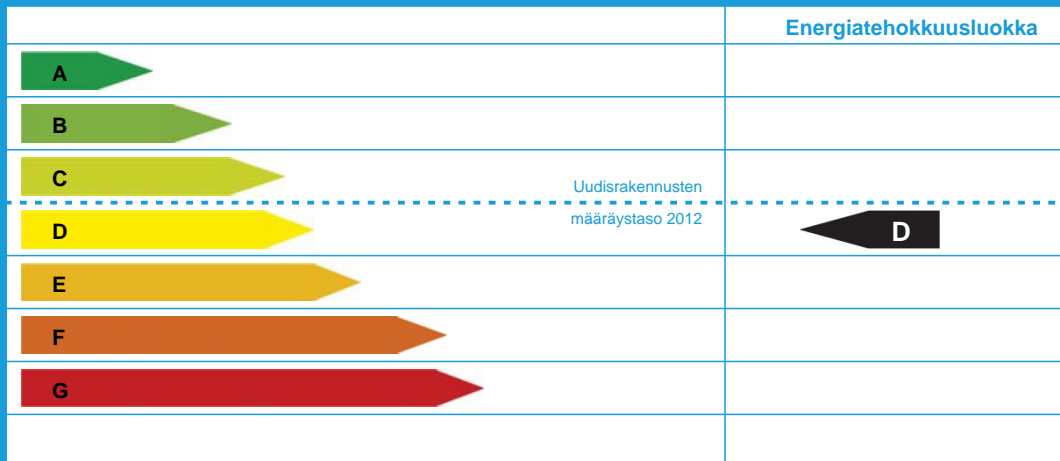
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Monimerkkimyymälä
Voimatie 4-6
80100**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **2014**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Myymälähallit**

Todistustunnus: **Todistus 4**



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

241

kWh/m²vuosi

Todistuksen laatija:
Teemu Rautiainen

Yritys:
**Autokiinteistöt Laakkonen Oy
Kosti Aaltosentie 9
80141 Joensuu**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
31.12.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
31.12.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m ²	4175
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpöpumppu / Maalämpöpumppu
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	540036	129	1.70	219.9
Kaukolämpö	125542	30	0.70	21.0
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	339595	81.3		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				241

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluaosteikko Liikerakennukset

Luokkien rajat asteikolla

A: ...90	B: 91 ... 170	C: 171 ... 240
D: 241 ... 280	E: 281 ... 340	F: 341 ... 390
G: 391 ...		
D		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIA TEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Myymälähallit (Liikerakennukset)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2014	Lämmitetty nettoala	4175	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	683.00	0.23	155.72	4.41
Yläpohja	3776.00	0.19	734.51	20.81
Alapohja	3867.00	0.42	1639.55	46.45
Ikkunat	493.00	1.64	810.20	22.95
Ulko-ovet	63.00	1.18	74.59	2.11
Kylmäsiilat	-	-	114.96	3.26
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo -	
Pohjoinen	90.50	1.00	0.75	
Itä	84.00	1.37	0.75	
Etelä	76.40	2.10	0.75	
Länsi	214.10	1.80	0.75	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	28.00	2.10	0.56	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	4.764 / 4.764	2.0	>45	5.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	4.764 / 4.764	2.0	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 45 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu / Maalämpöpumppu			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde -	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	2.70	2.52
LKV:n valmistus		87 %	2.30	0.02
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	68.00	4		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	100 %	2.00	1.00	
Valaistus	100 %			19.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi 2014
Lämmitetty nettoala, m² 4175
E-luku, kWhE/(m²vuosi) 241 (> raja=240)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	540036	1.70	918062	219.9
Kaukolämpö	125542	0.70	87880	21.0
YHTEENSÄ	665579		1005941	240.9

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Maalämpö	177781	42.58

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	20.7	
Tuloilman lämmitys		40.2	
Lämpimän käyttöveden valmistus	0.0	5.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	20.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.3		
YHTEENSÄ	103.9	66.8	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	67488	16
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	294850	71
Lämpimän käyttöveden valmistus	16700	4
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	137319	32.89
Ihmiset	33961	8.13
Kuluttajalaitteet	16980	4.07
Valaistus	322626	77.28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	2745	0.66

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.3 (13.12.2014)

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen
määrä
vuodessa

yksikkö

muunnos-
kerroin
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä
Kaukolämpö yhteensä
Polttoaineet yhteensä
Kaukojäähdytys
YHTEENSÄ

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN
PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

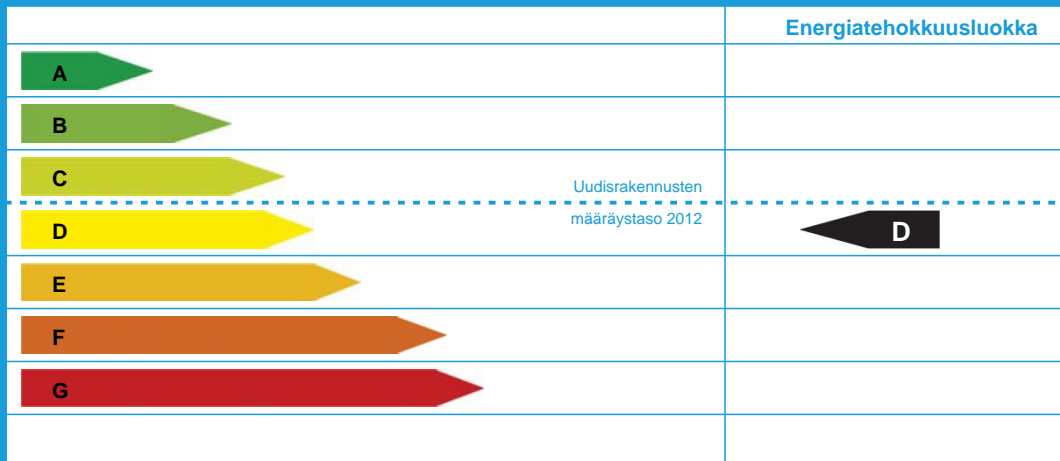
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Monimerkkimyymälä
Voimatie 4-6
80100**

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: **2014**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Myymälähallit**

Todistustunnus: **Todistus 5**



Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

247

kWh/m²vuosi

Todistuksen laatija:
Teemu Rautiainen

Yritys:
**Autokiinteistöt Laakkonen Oy
Kosti Aaltosentie 9
80141 Joensuu**

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
31.12.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
31.12.2023

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m² 4175
Lämmitysjärjestelmän kuvaus Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		kWhE/(m ² vuosi)
Sähkö	433783	104	1.70	176.6
Kaukolämpö	418460	100	0.70	70.2
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	339595	81.3		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				247

Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Liikerakennukset

Luokkien rajat asteikolla

A: ...90	B: 91 ... 170	C: 171 ... 240
D: 241 ... 280	E: 281 ... 340	F: 341 ... 390
G: 391 ...		
D		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

ENERGIAATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Myymälähallit (Liikerakennukset)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	2014	Lämmitetty nettoala	4175	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	683.00	0.23	155.72	4.41
Yläpohja	3776.00	0.19	734.51	20.81
Alapohja	3867.00	0.42	1639.55	46.45
Ikkunat	493.00	1.64	810.20	22.95
Ulko-ovet	63.00	1.18	74.59	2.11
Kylmäsiilat	-	-	114.96	3.26
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo -	
Pohjoinen	90.50	1.00	0.75	
Itä	84.00	1.37	0.75	
Etelä	76.40	2.10	0.75	
Länsi	214.10	1.80	0.75	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	28.00	2.10	0.56	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	IV-kone RakMk D5 oletusarvoilla, LTO=45, SFP=2.0 (3 kpl)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	4.764 / 4.764	2.0	>45	5.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	4.764 / 4.764	2.0	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 45 %				
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Vesikiertoiset radiaattorit / Lämminvesivaraaja, kaukolämpökierto			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde -	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.97	80 %		2.57
LKV:n valmistus	0.97	87 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	68.00	4		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	100 %	2.00	1.00	
Valaistus	100 %			19.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Myymälähallit (Liikerakennukset)

Rakennuksen valmistumisvuosi 2014
Lämmitetty nettoala, m² 4175
E-luku, kWhE/(m²vuosi) 247 (> raja=240)

E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	433783	1.70	737430	176.6
Kaukolämpö	418460	0.70	292922	70.2
YHTEENSÄ	852243		1030352	246.8

Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.6	20.7	
Tuloilman lämmitys		72.8	
Lämpimän käyttöveden valmistus		5.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	20.0		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	81.3		
YHTEENSÄ	103.9	99.4	0

(1) Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	67488	16
Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys (3)	294850	71
Lämpimän käyttöveden valmistus	16700	4
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	137319	32.89
Ihmiset	33961	8.13
Kuluttajalaitteet	16980	4.07
Valaistus	322626	77.28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	2745	0.66

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero | **www.laskentapalvelut.fi, versio 1.3 (13.12.2014)**

TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

Toteutunut ostoenergiankulutus

Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen
määrä
vuodessa

yksikkö

muunnos-
kerroin
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä
Kaukolämpö yhteensä
Polttoaineet yhteensä
Kaukojäähdytys
YHTEENSÄ

kWh/vuosi

kWh/(m²vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoennergian säästö	Sähkö, ostoennergian säästö	Jäähdytys, ostoennergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m²vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	Lämpö, ostoenegian säästö	Sähkö, ostoenegian säästö	Jäähdytys, ostoenegian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m ² vuosi
1				
2				
3				

Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä www.motiva.fi

LISÄMERKINTÖJÄ

A

B

C

D

E

F

laajennus

1.kerros 1:100

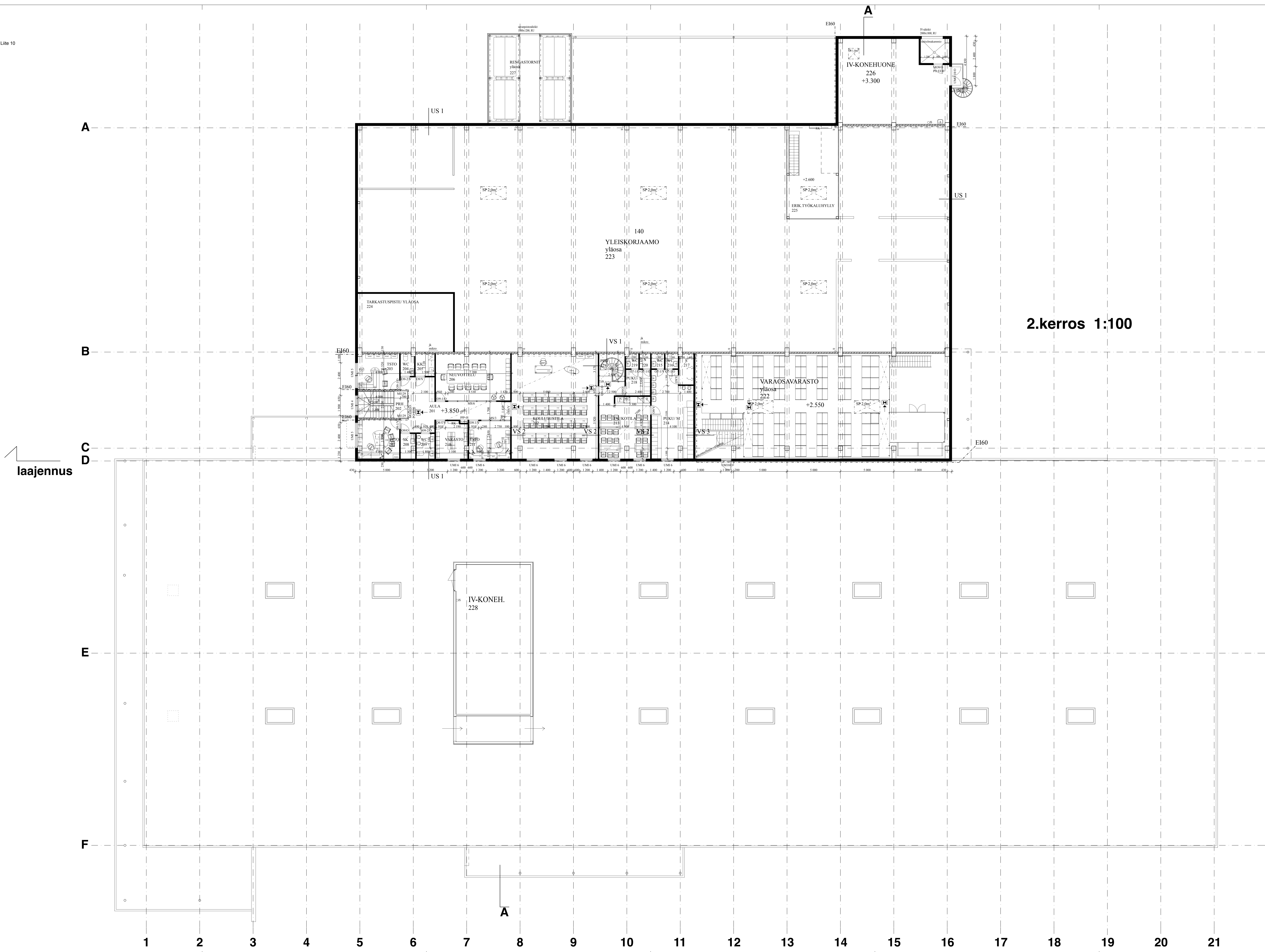
LIIKERAKENNUS		AUTOKORJAAMO	
1	427000	1	427000
2	427000	2	427000
3	427000	3	427000
4	427000	4	427000
5	427000	5	427000
6	427000	6	427000
7	427000	7	427000
8	427000	8	427000
9	427000	9	427000
10	427000	10	427000
11	427000	11	427000
12	427000	12	427000
13	427000	13	427000
14	427000	14	427000
15	427000	15	427000
16	427000	16	427000
17	427000	17	427000
18	427000	18	427000
19	427000	19	427000
20	427000	20	427000
21	427000	21	427000
22	427000	22	427000
23	427000	23	427000
24	427000	24	427000
25	427000	25	427000
26	427000	26	427000
27	427000	27	427000
28	427000	28	427000
29	427000	29	427000
30	427000	30	427000
31	427000	31	427000
32	427000	32	427000
33	427000	33	427000
34	427000	34	427000
35	427000	35	427000
36	427000	36	427000
37	427000	37	427000
38	427000	38	427000
39	427000	39	427000
40	427000	40	427000
41	427000	41	427000
42	427000	42	427000
43	427000	43	427000
44	427000	44	427000
45	427000	45	427000
46	427000	46	427000
47	427000	47	427000
48	427000	48	427000
49	427000	49	427000
50	427000	50	427000
51	427000	51	427000
52	427000	52	427000
53	427000	53	427000
54	427000	54	427000
55	427000	55	427000
56	427000	56	427000
57	427000	57	427000
58	427000	58	427000
59	427000	59	427000
60	427000	60	427000
61	427000	61	427000
62	427000	62	427000
63	427000	63	427000
64	427000	64	427000
65	427000	65	427000
66	427000	66	427000
67	427000	67	427000
68	427000	68	427000
69	427000	69	427000
70	427000	70	427000
71	427000	71	427000
72	427000	72	427000
73	427000	73	427000
74	427000	74	427000
75	427000	75	427000
76	427000	76	427000
77	427000	77	427000
78	427000	78	427000
79	427000	79	427000
80	427000	80	427000
81	427000	81	427000
82	427000	82	427000
83	427000	83	427000
84	427000	84	427000
85	427000	85	427000
86	427000	86	427000
87	427000	87	427000
88	427000	88	427000
89	427000	89	427000
90	427000	90	427000
91	427000	91	427000
92	427000	92	427000
93	427000	93	427000
94	427000	94	427000
95	427000	95	427000
96	427000	96	427000
97	427000	97	427000
98	427000	98	427000
99	427000	99	427000
100	427000	100	427000

- LIIKERAKENNUS
- RAKENNUKSEN KÄYTTÖTAPA: AUTOKORJAAMO, AUTOLIKE
 - RAKENNTEKILLIN PALOTURVALLISUUS EI/1997 MUKAAN
 - RAKENNUKSEN PALOLUOKKA P2
 - SUOJAUSTASO 2
 - PALOVAIKALUUSUOKKA 1
 - RAKENNUS ON VARUSTETTU KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAISELLA ILMANVAHDOLLA
 - RAKENNUSMAABYSEKORJELMAN TO MUKAAN
 - RAKENNUS VARUSTETTU LAUKAISUKESKUSTÄ SAVUNPOISTOLUUKUIN, PALOILMOITUSARJESTELMA
 - SAVUNPOISTO PINNOITTEIDEN MUKAAN, KORJAAMO, VARAOSA VARASTO 1,0%
 - VANHAN MYYMÄLÄN KINTEAT SAVUNPOISTOLUUKUT UUSITUN AVATAVIKSI
 - RAKENNUS ON VARUSTETTU PRKALOPOSTEIN VIRKANOMAISTEN OHJEIDEN MUKAAN
 - RAKENNUS VARUSTETTU POSTUMISTEIDEN MERKIVALAUSTIKSILLA SEKÄ TURVAVALLOILLA
 - VIRKANOMAISTEN OHJEIDEN MUKAAN, POSTUMISTEIDEN OLEVAT LIUKIOVET VARUSTETAAN HATTAVALAUSPUNKKEILLA
 - PALOKUORMAT: MYYMÄLÄ JA VARASTOT -600M²/M²
 - PALO-OASTONTI POHAPIIRUSTUSTEN MUKAAN
 - RAKENNUSOSAT EI 30
 - PALAVIEN NESTEIDEN RAKENNUSOSAT EI 60, RAKENTEET R 60

- OSASTOT
- 1. KERROS: MYYMÄLÄ
 - 3880m², SAVUNPOISTO 1%
 - 1. KERROS: KORJAAMO, VARAOSA VARASTO (2-tasoinen riitalatilla)
 - 1400m², SAVUNPOISTO 1%
 - 1. KERROS: ASASTO TEKNINEN TILA, ÖLJY, PALAVIEN NESTEIDEN VARASTO
 - 800m²
 - 2. KERROS: TOIMISTOT, SOS.TILAT
 - 295m²
 - 2. KERROS: UUSI IVKONEH
 - 83m²
- PALOKUORMA MYYMÄLÄSSÄ
- 6000M² auto
 - 110 autoa
 - nastan koko 3880m²
 - palokuorma 6000M²auto x 110auto/3880m² = 170,1M²/m²

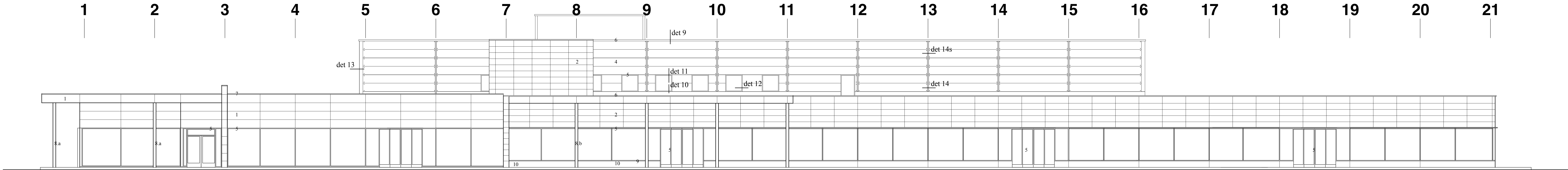
LOPPUPIIRUSTUS 09.04.2014

JOENSUUN 828	7	TYÖPIIRUSTUS
LAAJENNUS: MUKAUSTYÖ		
AUTOTALO LAAKKONEN / MONIMERKKI		
AUTOKINTEISTOT LAAKKONEN OY		
TYÖPIIRUSTUS		
ARKKITEHTUURITOIMISTO A.KARNA OY	ark	202
Kaupunkit: 00101 (KESKUS)		
0201 (06.327972, 000000) (000000)		
15.05.2013		
Työ No		
Piir No		
Muutos		

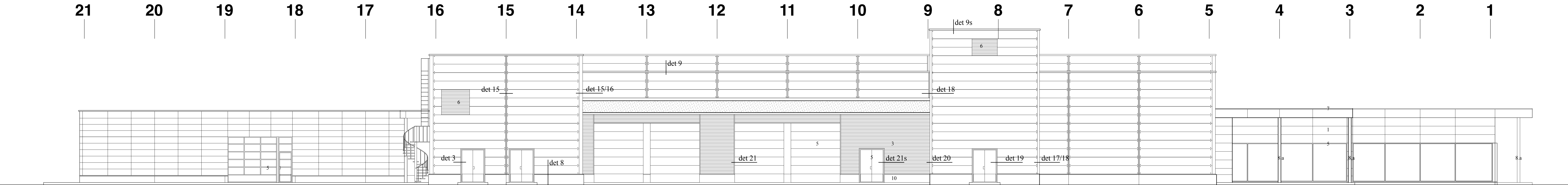


LOPPUPIIRUSTUS 09.04.2014

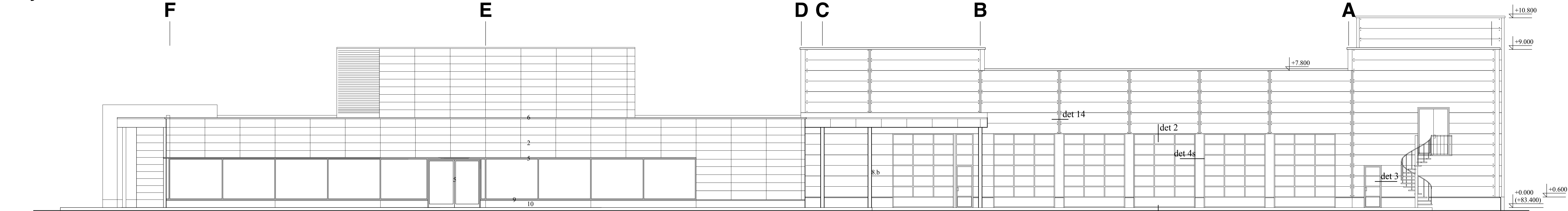
JOENSUUN 828	7	TYÖPIIRUSTUS
LAAJENNUS MUUTOSTYÖ		
AUTOTALO LAAKKONEN / MONIMERKKI		
AUTOKENTTISTÖT LAAKKONEN OY		
YHTEISTYÖ		
ARKKITEHTUURITOIMISTO A.KARNA OY	ark	203
Kaupunkitöiden ja rakennusten suunnittelu ja toteutus		
0200 056 327072, aino.karna@arkkitekki.fi		
15.05.2013		
Työ N:o	Piiri N:o	Muutos



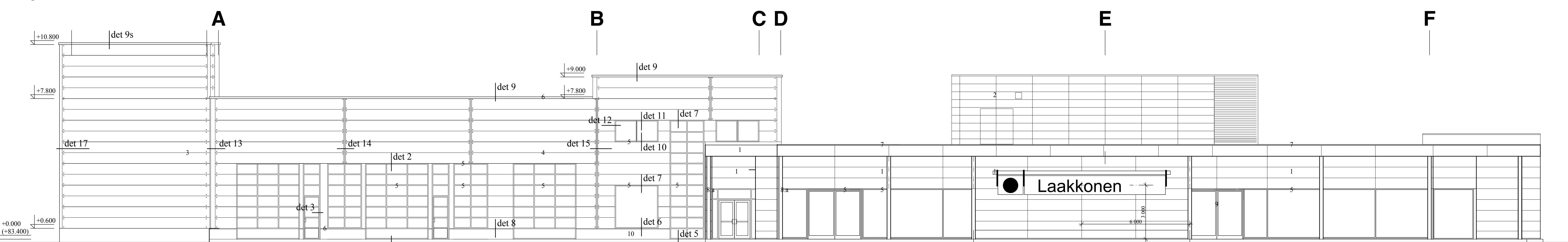
julkisivu länteen 1:100



julkisivu itään 1:100



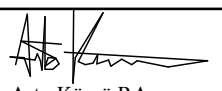
julkisivu etelään 1:100



julkisivu pohjoiseen 1:100

1. TERÄPELTI, KOMPOSIITTIKASETTI RAL 9010, VALKOINEN (PULVERIMAALAUUS)
2. TERÄPELTI, KASETTI RR 41, TUMMA HOPEA (PVDF) ENT.
3. VAAKAPROFIILIPELTI RANNILA R18, RR41, TUMMA HOPEA (PVDF)
4. PAROC-ELEMENTTI RR 41, TUMMA HOPEA (PVDF)
5. POLTTOMAALATTU ALUMIINI RAL 7016, TUMMAN HARMAA
6. TERÄSPELTI RR41, TUMMA HOPEA (PVDF)
7. TERÄSPELTI RAL 9010, VALKOINEN(PVDF)
- 8.a PULVERIMAALATTU TERÄS , RAL9010, VALKOINEN
- 8.b PULVERIMAALATTU TERÄS , RR41, TUMMA HOPEA
9. PULVERIMAALATTU PELTI RAL 7016, TUMMAN HARMAA
10. BETONI, HARMAA

LOPPUPIIRUSTUS 09.04.2014

JOENSUU(S) 828 7	TYÖPIIRUSTUS
LAAJENNUS/ MUUTOSTYÖ	
AUTOTALO LAAKKONEN / MONIMERKKI	JULKISIVUT 1:100
AUTOKINTEISTÖT LAAKKONEN OY VOIMATIE 4 80100 JOENSUU	
ARKKITEHTUURITOIMISTO A.KÄRNÄ OY Keskustie 31, 80100 JOENSUU GSM 050-3275072, arto.karna@autotalo.fi	ark  205 Arto Kärnä RA 15.05.2013 Työ N:o Pii: N:o Muutos